



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

치의학 박사학위 논문

다양한 성분의 지각과민처리체가 스케일링 후
노출된 상아질의 투과성에 주는 영향

2016 년 2 월

서울대학교 대학원
치의과학과 치과생체재료과학 전공
조 재 형

다양한 성분의 지각과민처리제가
스케일링 후 노출된 상아질의
투과성에 주는 영향

조 재 형

지도교수 임 범 순

이 논문을 치의학박사 학위논문으로 제출함.

2015 년 10 월

서울대학교 대학원
치위과학과 치과생체재료과학 전공

조 재 형

조재형의 치의학박사 학위논문으로 인준함.

2015 년 12 월

위 원 장 이 상 훈 인

부위원장 임 범 순 인

위 원 김 성 훈 인

위 원 양 형 철 인

위 원 고 영 무 인

학위논문 원문 이용에 대한 동의서

본인은 아래의 학위논문이 제3자의 권리를 침해하지 않았음을 서약하며, 서울대학교가 다음과 같이 저작물을 이용하는 것에 동의합니다.

논문 제목	다양한 성분의 지각과민치치제가 스케일링 후 노출된 상아질의 투과성에 주는 영향
학위 구분	박사 ■
학 과	치의학과
학 번	2010-31220
연 락 처	02) 740-8694

1. 본인은 서울대학교가 위 저작물을 인터넷 등 정보통신망을 통해 복제·전송·배포하는 것에 동의합니다.
2. 본인은 서울대학교가 위 저작물에 대해 무료로 온라인 서비스를 제공하는 것에 동의합니다.
3. 서울대학교는 내용을 변경하지 않는 범위 안에서 위 저작물을 다른 파일 형식으로 변경할 수 있습니다.
4. 본인은 위 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 출판을 허락하는 등 동의 내용을 변경하고자 할 경우 소속대학(원)에 공개의 유보 또는 해지를 즉시 통보하겠습니다.
5. 서울대학교는 저작권법 및 도서관법을 준수하며 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않습니다.

제 출 일 : 2016 년 1 월 일

저 작 자 : 조 재 형 (인)

서울대학교총장 귀하

국문초록

다양한 성분의 지각과민치치제가 스케일링 후 노출된 상아질의 투과성에 주는 영향

서울대학교 대학원 치의과학과 치과생체재료과학 전공

(지도교수 임 범 순)

조 재 형

최근 치석 제거술 (scaling)에 대한 관심이 증대되면서 치석 제거술을 받은 환자들에게 자주 지각과민증 (hypersensitivity)이 발현되고 있다. 본 논문에서는 인위적으로 비우식성 치경부 병소를 형성한 치아를 대상으로 초음파 스케일링 처리하는 과정에서 상아세관의 노출 가능성을 실시간으로 측정하고, 상아세관이 노출된 경우 다양한 성분의 지각과민치치제 적용에 따른 상아세관 봉쇄정도를 평가하고자 하였다.

우식 및 수복물이 없는 발치된 소구치와 대구치를 선별하여 백악-법랑 경계(CEJ) 하방 5 mm 부근에서 절단한 다음 치수를 제거하고 치수강에 금속 튜브를 삽입한 다음 레진 접착제와 컴포짓트 레진으로 슬라이드 글라스에 접착하여 시편을 준비하였다. 건전한 치아 시편에 인위적으로 비우식성 치경부 병소를 생성하기 위하여 치경부의 CEJ 부근에 근원심으로 V 형 (길이 5 mm × 높이 2 mm × 깊이 1 mm) 와동을 형성하였다. 준비가 완료된 시편은 물 흐름을 실시간으로 측정할 수 있는 미세 물 흐름 측정장치 (nano-Flow)에 연결하고 20 cm·H₂O의 정수압을 가하여 안정화시킨 후 누출 여부를 확인하였다. Piezoelectric형 Dental Ultrasonic

Scaler를 이용하여 시편의 치경부를 초음파 스케일링 처리하였는데, 시편에서 물 흐름이 증가하는 양상을 보이면 초음파 스케일링 과정을 중단하였다. 초음파 스케일링 처리로 노출된 상아질 표면에 지각과민처리제를 제조사의 설명서에 따라 적용하고 물 흐름 변화를 실시간으로 측정하며 컴퓨터에 기록하였다. 또한 노출된 상아질에 지각과민처리제를 적용한 후 상아세관 봉쇄 정도를 평가하기 위하여 주사전자현미경으로 표면을 관찰하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 동일한 시간동안 초음파 스케일링 처리할 경우 비우식성 치경부 병소가 형성된 부위가 건전한 치경부에서 보다 상아질이 노출되는 경우가 많았다.
2. 노출된 상아질에 적용한 다양한 지각과민처리제가 물 흐름 변화에 주는 영향과 SEM으로 관찰한 상아세관 봉쇄정도는 상관성을 보였다.
3. Glutaraldehyde와 HEMA가 주요 성분인 지각과민처리제를 적용한 경우 노출된 상아세관 봉쇄 효과는 거의 관찰되지 않았다.
4. Oxalate가 주요 성분인 지각과민처리제를 적용한 경우는 적지만 노출된 상아세관의 봉쇄효과가 관찰되었다.
5. 기능성 레진 단량체를 함유한 지각과민처리제를 적용한 경우 유의할 만한 상아세관 봉쇄효과가 관찰되었다.

주요어 : 지각과민처리제, 비우식성 치경부 병소, 초음파 스케일링, 상아질, 상아세관액 흐름의 실시간 측정

학 번 : 2010-31220

다양한 성분의 지각과민치치제가 스케일링 후 노출된 상아질의 투과성에 주는 영향

서울대학교 대학원 치의과학과 치과생체재료과학 전공

(지도교수: 임 범 순)

조 재 형

목 차

I. 서 론

II. 문헌 고찰

III. 연구 재료 및 방법

IV. 연구 결과

V. 고찰

VI. 결 론

참고 문헌

영문 초록

I. 서 론

2013 년부터 스케일링에 대한 건강보험이 적용되면서 스케일링 환자가 크게 증가되고 있는데, 스케일링을 받은 환자들이 자주 지각과민증(hypersensitivity)을 호소하고 있다. 상아질 지각과민증이란 치아의 손

상이나 질병에 의한 통증이 아니라 정상적인 치아에서 열, 기화, 삼투압, 화학물질 및 접촉 등의 외부 자극에 의해 발생하는 짧고 강한 통증으로 정의하고 있다 (Jacobsen 등, 2001; Walters, 2005; Mantzourani와 Sharma, 2013). 이러한 지각과민증은 임상에서 환자들이 주로 호소하는 주소 (chief complain)의 하나로 완치가 힘든 치과 질환이다. 치주 치료를 받는 환자의 8 - 35 %에서 치경부 지각과민증이 유발되었다고 하였는데 (Chabanski 등, 1997), 치료 환자의 34.2 % 정도에서 제기된 지각과민증은 치주 수술 후의 합병증 중에서 가장 높은 빈도를 보였다고 하였다 (신 등, 1988).

상아질 지각과민증이 발현되는 기전으로 노출된 상아질에서 외부 자극에 의한 상아세관 내 액체 이동 변화는 조상아 세포, 신경말단 또는 혈관 등을 자극하여 통증이 유발된다는 유체역학 (hydrodynamic) 이론이 일반적으로 받아들여지고 있다 (Brännström 등, 1967). 지각과민증을 유발할 수 있는 상아질 노출은 잘못된 잇솔질 방법에 의한 만성적 외상, 환경에 의한 산-침식 (erosion), 위산 역류 또는 식습관, 백아법랑 경계의 해부학적 요인, 수복 치료시의 치아삭제 및 치주질환이나 치주 수술로 인한 치은 퇴축에 따른 치근 표면의 노출 등에 의해 나타날 수 있다 (Addy 등, 1994). 치아 우식증에 의하지 않고 법랑질 두께가 가장 얇은 치경부의 백악-법랑 경계부위에서 구조적 결함이 생성되는 것을 비우식성 치경부 병소라고 한다. 이렇게 형성된 병소는 지각과민증을 유발하거나 치태 침착이 집중되어 치아 우식증 발생을 증가시키는 요인이 될 수도 있다 (Piotrowski 등, 2001). Grippo (1992)는 비우식성 치경부 병소 생성에 영향을 줄 수 있는 요인으로 마모 (abrasion)와 침식 뿐 아니라 굴곡과절 (abfraction)도 중요한 역할을 한다고 하였다.

높은 상아질 투과성 (permeability)으로 지각과민증이 발현되는 상아질은 상아세관의 투과도를 감소시키거나 완전히 소멸시킬 경우 이론적으로 지각과민증 증상이 감소되거나 소멸되어야 한다 (Pashley, 1984; Pashley, 1986). Haugen과 Johansen (1988)은 치주 수술 후에 지각과민증을 호소하는 환자의 치아를 주사전자현미경 (SEM)으로 관찰하여 상아세관이 노

출된 것을 확인하였고, Yoshiyama 등 (1989)은 SEM으로 관찰한 결과 지각과민증이 발병된 상아질은 상아세관이 노출되어 있었으나, 자연적으로 탈감작 (desensitization)된 상아질에서는 상아세관이 수산화인회석 결정 등으로 봉쇄된 것이 관찰되었다고 하였다. 현재 상아질 지각과민증 치료를 위하여 신경의 탈분극을 유도하는 포타슘 이온 (K^+) 농도를 증가시켜 자극에 대한 치수 내 감각 신경의 흥분을 억제하는 방법이나 열린 상아세관을 봉쇄시켜 상아세액의 이동을 차단하는 방법이 적용되고 있다 (Orchardson과 Gillam, 2006; Bamise와 Esan, 2011). 임상에서 주로 사용되는 지각과민처리제 (desensitizer)는 상아질 표면의 밀폐, 상아세액의 단백질 침착 및 칼슘 복합체 형성 등으로 상아세관을 봉쇄하거나 노출된 상아세관의 지름을 감소하는 방법으로 상아세액 이동을 억제시켜 지각과민증을 완화시키고 있다.

외부 자극에 의해 유발된 상아세관 내 액체 흐름의 변화는 상아질 지각과민증의 통증을 유발하는 중요한 원인이므로 그 흐름의 변화를 관찰하는 것은 다양한 탈감작 방법, 지각과민처리제에 의한 상아세관의 봉쇄 및 지각과민증 완화 효과 등의 예측에 중요한 역할을 할 수 있다. Kim 등 (2010)은 발치된 치아를 사용하여 아말감 또는 컴포짓트 레진으로 수복하는 과정 중 상아세액의 흐름을 실시간으로 측정하는 연구를 보고하였고, Kim 등 (2013)은 지각과민처리제 적용에 따른 상아세관 봉쇄 정도를 실시간으로 측정하는 연구 결과를 보고하였는데, 이들의 연구에서는 0.2 nL의 해상도로 상아세관을 통한 물의 흐름을 실시간으로 측정하였다.

현재까지 다양한 조건에서 상아질 투과성을 측정하는 연구 결과들이 많이 보고되었으나 (Hoang-Dao 등, 2008; Komabayashi 등, 2010; Mitchell 등, 2011; Patel 등, 2011), 초음파 스케일링 처리에 따른 상아세관의 노출 가능성을 실시간으로 측정하는 연구는 거의 없는 상황이다. 본 논문에서는 인위적으로 비우식성 치경부 병소를 생성한 치아를 대상으로 초음파 스케일링 처리하는 과정에서 상아세관의 노출 가능성을 실시간으로 측정하고, 상아세관이 노출된 경우 지각과민처리제를 도포하여 상아세관 봉쇄능 효과를 실시간으로 평가하고자 하였다.

II. 문헌 고찰

1) 지각과민증 (hypersensitivity)

노출된 상아질에서 주로 나타나는 지각과민증은 보통 인구의 8 - 35 %에서 발현되는데 남성보다 여성들에서 많이 보고되고 있으며, 치아별로는 견치와 소구치가 빈발 부위로 알려져 있고, 협측부 보다 설측부에서 더 많은 민감성이 관찰되고 있다고 한다 (Addy 등, 1987; Orchardson과 Collins, 1987; Chabanski 등, 1997). 임상에서는 상아질 지각과민증 치료를 위하여 자극에 대한 치수 내 감각 신경의 흥분을 억제시키는 약제 또는 상아세관을 봉쇄하여 상아세액의 이동을 억제하는 다양한 유형의 지각과민처리제 등을 적용하고 있다.

지각과민증 완화를 위하여 신경의 탈분극을 유도하는 포타슘 이온 농도를 증가시킬 수 있는 포타슘 염 (potassium salts)을 적용하여 치수 내 감각 신경의 흥분을 억제시키는 지각과민처리제가 소개되어 사용되었다. Peacock와 Orchardson (1999)은 다양한 포타슘 염의 신경 전달 억제 효과를 평가한 결과, 포타슘 citrate와 포타슘 tartrate의 차단 효과가 가장 우수하였고, 포타슘 oxalate, 포타슘 nitrate 및 포타슘 chloride 순서로 우수한 차단 효과가 관찰되었다고 하였다. Mahesuti 등 (2014)은 지각과민증 환자들에게 포타슘 nitrate계 지각과민처리제인 Ultra EZ를 적용한 결과 지각과민증 감소 효과를 관찰할 수 있었다고 하였다. Yang 등 (2008)은 상아질에 Ultra EZ를 적용하고 전부-부식형 상아질 접착제 또는 자가-부식형 상아질 접착제로 컴포짓트 레진을 접착한 후 미세인장 접착강도를 측정한 결과 Ultra EZ 적용은 상아질 접착력에 영향을 주지 않았다고 하여 지각과민처리제와 상아질 접착제의 병행 적용으로 지각과민증 완화 효과를 개선할 수 있는 가능성을 제시하였다.

상아질 지각과민증 치료법으로 가장 오래된 국소 불소 도포법 (topical fluoride application)에는 불소 농도, pH 및 적용방법 등에 따라 불소 양치액 (mouth wash), 불소 젤 (gel) 및 불소 바니시 (varnish) 등 다양한 형

태의 불소 제제가 사용되고 있다. 신뢰도가 높은 지각과민증 치료법으로 알려진 불소 도포법은 치면에 불화칼슘 (CaF_2)을 침착시켜 방어벽을 형성함으로써 외부자극에 대한 저항성을 증가시킨다 (Gangarosa, 1994). 현재 지각과민증 치료를 위해 사용되고 있는 불소 제제는 주로 바니시 형태로 공급되고 있으며, 이외에도 전기 영동법이나 트레이를 이용한 불소 적용법도 있으나 구강내 조작이 어려우며 과도한 양의 불소를 섭취할 수 있어 상아질 지각과민증 치료법으로는 잘 사용하지 않는다. 상아질 지각과민증을 완화하기 위한 불소 제제는 치아우식증 예방을 위한 불소 제제와는 다르게 국소적으로 고농도의 불소를 치아에 직접 도포한다. 따라서 불소 보조제 복용이나 불화물을 첨가한 상수도수 섭취와 같은 전신적 투여는 고려되지 않으며, 1.23 % acidulated phosphate fluoride (APF) 젤이나 불소 바니시를 이용한 국소적 불소 도포가 시행되고 있다. 1.23 % APF 젤은 수용성으로 치아와의 접촉 시간이 짧으며, 도포과정 중 삼킬 위험성이 있고, 기존 심미 수복물을 변색 또는 침식시키는 등의 문제가 제기되어 최근에는 불소 바니시 이용이 증가되고 있는 양상이다.

상용제품으로 사용되고 있는 Bi-Fluoride 12 (Voco, Germany)는 지각과민증 치료용 불소 제제로 칼슘 이온과 반응하여 형성된 CaF_2 결정이 노출된 상아세관을 봉쇄한다고 한다 (Greenhill과 Pashley, 1981). 여러 연구에서 불소 제제는 oxalate계 지각과민치료제보다 상아세관 봉쇄 효과가 다소 낮다는 연구 결과가 보고되었으며 (Pashley, 1986; Pereira 등, 2005), 특히 불소 제제를 도포한 상아질을 SEM으로 관찰한 결과 CaF_2 결정상이 명확하게 관찰되지 않았다고 한다 (Pereira 등, 2005). 그러나 불소 제제가 상아질 지각과민증 억제 효과를 보였다는 임상연구 결과도 함께 보고되고 있어서 불소 제제의 상아질 지각과민증 억제 기전이나 그 효능에 대하여는 다소 논란의 여지가 있다 (Yates 등, 2004). Kim 등 (2010)은 산-부식 처리로 도말층 (smear layer)이 제거된 상아질에 적용된 Bi-Fluoride 12는 상아세관에 의해 쉽게 소실될 수 있기 때문에 불소 제제의 불소이온이 노출된 콜라겐 하방이나 상아세관 내 칼슘 이온과 반응하기 어려워 CaF_2 결정 형성에 문제가 있었을 것으로 추정하였다. 또한,

CaF₂ 결정상이 어렵게 형성되어도 된 경우도 CaF₂ 결정이 불안정한 화합물이므로 쉽게 해리될 수 있어서 상아세관 폐쇄 효과는 극히 제한적일 가능성이 있다.

상용 지각과민처리제로 상아세관 내에 불용성 침착물 형성을 유도하여 지각과민증을 완화시킬 수 있는 glutaraldehyde를 주요 성분으로 하는 제품들이 많이 소개되었다. Glutaraldehyde (5%)와 HEMA (35%)로 구성된 Gluma Desensitizer (Heraeus Kulzer, Germany)는 glutaraldehyde가 상아세관 내에 있는 상아세액 단백질과 반응하여 형성된 침착물이 상아세관을 봉쇄할 수 있는데 (Felton 등, 1991), glutaraldehyde는 콜라겐을 교차결합시킬 수 있는 고정제 또는 응집제 역할을 할 수 있다고 한다 (Dijkman 등, 1994). Glutaraldehyde의 aldehyde기는 상아질 콜라겐에서 hydroxylysine 잔류물의 ε-amino기와 교차결합하는 기전으로 상아질의 콜라겐에 접착할 수 있다 (Ritter 등, 2000). HEMA의 역할은 아직 명확하지 않지만 수용성인 HEMA와 결합한 glutaraldehyde가 상아세관 내부 깊숙하게 침투할 수 있도록 도와주는 것으로 추정하고 있다. 또한 HEMA는 상아질 콜라겐과 glutaraldehyde간 화학반응과 콜라겐 수축을 억제하는 고정제 역할을 하며, 레진 단량체의 확산과 혼성층 형성을 도와 상아질 결합을 향상시킬 수 있다고 한다 (Larson, 2013).

Gluma Desensitizer와 유사한 제품인 MicroPrime G는 HEMA (25 - 45%), glutaraldehyde (1 - 5%) 및 NaF (10 ppm) 등으로 구성되었는데, 고농도로 적용시 보이는 높은 세포독성 외 다른 특성은 Gluma Desensitizer와 유사하다고 하였다 (Sengun 등, 2006). 5% glutaraldehyde와 35% polyethylene-glycol-dimethacrylate를 함유한 Systemp desensitizer는 glutaraldehyde뿐 아니라 polyethylene-glycol-dimethacrylate가 주변의 단백질과 반응하여 형성된 침착물로 완벽하게 상아세관을 봉쇄할 수 있다고 한다. Stewardson 등 (2004)은 지각과민증 환자 91 명에게 Systemp desensitizer를 적용한 결과 지각과민증이 감소되는 우수한 효과가 관찰되었다고 하였다. Pan과 Huang (2005)은 Gluma Desensitizer, Seal & Protect 및 Systemp desensitizer 등으로 처리한 상아질의 상아세관 봉쇄

정도를 SEM으로 관찰하여 비교하였는데, 상아질 투과성 감소는 Gluma Desensitizer와 Systemp desensitizer가 Seal & Protect 보다 우수한 효과를 보였다고 하였다.

상아세관 내에 불용성 침착물을 형성시킬 수 있는 옥살산염 (oxalate) 성분을 이용한 제품도 소개되었다. 가격이 저렴한 옥살산염은 적용하기 용이하며 환자들에 주는 불편감이 적어서 다양한 유형으로 소개되었는데 (Wang 등, 1993; Muzzin과 Johnson, 1989), 노출된 상아질에 potassium oxalate를 적용하면 상아질 표면의 칼슘이온과 반응하여 calcium oxalate 불용성 침착물이 형성되어 상아세관이 봉쇄될 수 있다고 하였다. Greenhill과 Pashley (1981)는 30 % potassium oxalate을 적용하면 상아질의 투과도를 98 % 감소시킬 수 있다고 하였으며 추가로 포타슘 이온의 감각신경 활성 억제 효과도 상아질 지각과민증 감소에 기여할 수 있다고 하였다 (Trowbridge와 Silver, 1990). 그러나 Muzzin과 Johnson (1989)은 형성된 옥살산염이 상아세관을 봉쇄할 수 있지만, 표면 침착된 옥살산염이 타액에 쉽게 용해될 수 있어서 봉쇄 효과는 단기간만 지속될 수 있기 때문에 장기간 상아세관을 봉쇄시키려면 주기적인 적용이 필요하다고 하였다. Kerns 등 (1991)은 상아질 표면에 생성된 옥살산염 결정들의 유지되는 기간을 관찰한 결과 potassium oxalate를 도포하고 7일이 경과하면 잔류하는 옥살산염 결정이 거의 관찰되지 않아 비교적 단기적인 봉쇄 효과만 기대할 수 있을 것이라고 하였다.

Oxalic acid와 포타슘 염을 함유한 SuperSeal은 포타슘 이온에 의한 치수 감각 신경의 흥분을 억제시키는 기전 뿐 아니라, 상아질 표면이나 상아세관내 칼슘이온과의 반응으로 빠르게 calcium oxalate 침착물을 형성하여 상아세관을 봉쇄하는 기전이 함께 적용될 수 있으므로 지각과민증 완화에 우수한 효과를 기대할 수 있다고 하였다 (Cunha-Cruz 등, 2011). 비록 실험 방법에서 다소 차이가 있지만 많은 연구에서 potassium oxalate계 지각과민치료제의 상아세관 투과도 감소 효과가 88 - 98 % 정도로 보고되는 등 우수한 상아세관 차단 효과와 상아질 지각과민증 억제 효과가 보고되고 있으므로 oxalate계 지각과민치료제가 포타슘 이

온의 신경 전달 억제기전까지 동반할 수 있다면 더욱 향상된 상아질 지각과민증 완화 효과를 기대해 볼 수 있다.

Oxalic acid를 함유한 BisBlock과 SuperSeal의 경우는 oxalate가 노출된 상아세관에서 칼슘 옥살산염 침착물을 형성하여 상아세관을 봉쇄할 수 있으며, oxalic acid는 도말층을 제거할 뿐 아니라 potassium oxalate가 상아세관 내부의 깊은 부위까지 침투할 수 있도록 도움을 준다고 하였다 (Pashley와 Galloway, 1985). 그러나 BisBlock (pH 1.5-1.8)과 Super Seal (pH 1.6-2.7)의 낮은 pH가 상아질을 과도하게 산-부식시킬 수 있고 (Hashimoto 등, 2002; Carrilho 등, 2005; Toledano 등, 2007), 또한 oxalic acid가 상아질 표면의 칼슘과 반응하여 형성한 석출물은 상아질 하부의 탈회된 콜라겐 기질로 프라이머와 접착용 레진이 침투하는 것을 방해하여 상아질에 대한 접착력을 크게 감소시킬 수 있다고 한다 (Pashley 등, 1993; Tay 등 2003; de Andrade 등, 2010). MS-Coat One은 oxalic acid, polystyrene sulfonic acid, PMMA 및 레진 유화제 등을 포함하는 아크릴릭 레진과 수성 콜로이드 혼합물로 치질과 화학 반응으로 형성된 침착물이 상아질 세관을 봉쇄하여 외부 자극을 차단할 수 있다고 한다. Camps 등 (1999)은 MS-Coat One으로 처리한 상아질에서 투과도가 감소되어 다른 oxalate계 지각과민처리제들과 유사한 효과가 관찰되었다고 하였는데, MS-Coat One에는 oxalic acid가 포함되어 calcium oxalate 침착물을 형성할 수 있으며, calcium oxalate 침착물이 공중합체 유화액 (emulsion)에 의해 응집되어 한 덩어리가 될 수 있다 (Pashley 등, 2001). 또한 MS-Coat One의 높은 산도 (pH 1)는 상아질 표면에서 과도한 산-부식 효과를 유발시키고, 상아질 표면에 형성된 침착물은 상아질 접착제의 중합을 방해할 수 있어서 상아질에 대한 접착력이 감소될 수 있다.

항균 작용을 하는 triclosan, 기능성 단량체인 PENTA (dipentaerythritol pentaacrylate monophosphate)와 methacrylate계 레진, 광개시제 및 필러 등으로 구성된 Seal & Protect는 자가-부식형 접착제와 유사한 방식으로 혼성층을 형성하여 상아세관 입구를 봉쇄하는 것으로 추정하고 있다. 자가-부식형 접착제가 형성한 혼성층의 경우 투과성이 있다고 하는데

(Itthagaran 등, 2004), Seal & Protect를 1 회만 도포하는 경우에도 형성된 친수성 층이 상아세관을 효과적으로 봉쇄하기 어려울 수 있기 때문에 제조사에서는 Seal & Protect를 2 개 층으로 도포하면 두 번째 층이 첫 번째 층의 밀폐도를 강화할 것으로 기대하여 2 회 도포할 것을 추천하고 있다. 여러 연구에서 Seal & Protect의 우수한 상아세관 차단 능력과 지각과민 증 억제 효과가 보고되었지만 (Camps 등, 2002; Pamir 등, 2007), 상아질 표면을 보호하는 레진층을 형성하고 상아세관 내로 레진 태그를 형성하기 때문에 순차적으로 적용하는 상아질 접착제가 혼성층을 형성하는데 문제가 있을 수 있다 (Kolker 등, 2002).

2) 비우식성 치경부 병소 (non-carious cervical lesions)

비우식성 치경부 병소는 다양한 원인이 복합적으로 작용하여 발생하는 질환으로 임상적으로 분류할 수 있는 명확한 기준이 아직 없다고 한다 (Mayhew 등, 1998; Aw 등, 2002). 한 가지 원인으로 병소가 생성되면 다른 요인들에 노출될 가능성이 증가할 수 있으며, 노출된 주요 원인들에 따라 병소의 형태가 달라질 수 있다 (Piotrowski 등, 2001). Osbourne-Smith 등 (1999)은 비우식성 치경부 병소가 침식으로 생성되면 부드러운 원판형의 둥근 형태를 가진다고 하였고, 마모에 의하면 날카로운 경계를 가지며 썩기형태 또는 거친 표면을 갖는다고 하였으며, 굴곡과절도 썩기형태를 가지고 날카로운 변연을 갖는다고 하였다. Aw 등 (2002)은 육안으로 병소의 내부가 V자형인 치아는 썩기 형태로, C자형인 경우에는 접시 형태로 구분하였고, 손 등 (2004)은 비우식성 치경부 병소를 갖는 치아를 썩기 형태와 접시 형태로 분류하여 임상 변수와의 상관성을 조사하였다.

교합이 치경부 질환에 주는 영향을 평가하기 위한 다양한 연구 결과가 보고되었다. Lee와 Eakle (1984)은 비우식성 치경부 병소의 주요 원인으로 교합력과 하악의 측방운동을 제시하였는데, 하악의 측방 운동시 견치가 구치부 치아들이 교합되지 않도록 하는 역할을 하며 이러한 기능

이 부족한 치열에서는 측방응력이 모두 구치부 치아에 전달되어 인장응력을 받게 되는 치아에 치경부 병소를 유발시킬 수 있다고 하였다. Aw 등 (2002)은 강한 교합력과 측방응력이 구치부에 적용되므로 전치부보다 비우식성 치경부 병소가 더 잘 발생한다고 하였고, 교합 마모면과 치경부 질환과는 높은 상관성이 있다고 하였고, 손 등 (2004)도 이러한 점을 고려하여 비우식성 치경부 병소를 가진 구치부 치아의 교합과 임상 변수들의 상관관계를 분석하였다. Bergström 등 (1988)은 치경부 마모가 잇솔질 방법과 밀접한 관련이 있지만 치주조직의 건강과는 유의한 관계가 없다고 하였고, 손 등 (2004)은 치경부 병소의 형태에 따라 잇솔질 방법의 차이가 있는지 조사한 결과 유의한 차이는 없었다고 하였다.

치은 변연이 근단 부위로 이동함에 따라 치근면이 노출되는 치은 퇴축은 대부분 중장년 성인에게 국소적으로 또는 전반적으로 다양하게 나타나며 건강한 치은을 가진 환자에서도 발생하지만 주로 치주질환을 가진 환자에서 더 흔하게 발생한다고 한다 (Joshi 등, 1994). 치은 퇴축의 주요 원인으로는 염증성 치주질환을 야기하는 치면 세균막의 침착과 잘못된 잇솔질에 의한 기계적 외상이 알려져 있다 (Litonjua 등, 2003). 이러한 치은 퇴축은 치근의 치질을 노출시켜 심미성 감소, 치근 우식에 대한 민감성 증가 및 상아질 지각과민증 등의 원인이 될 수 있는데, 상아질 지각과민증은 치은 퇴축과 연관되어 발생하는 가장 흔한 증상이다 (Al-Wahadni와 Linden, 2002).

3) 초음파 스케일러 (ultrasonic scaler)

치태와 치석은 치주질환을 야기하는 주요 병인 요소로 치과 수복물 표면에 형성된 경우 2차 우식이나 치주질환의 원인이 될 수 있다 (Bin Alshaibah 등, 2012). 따라서 치주 치료의 목적은 치아 표면에 부착된 치태나 치석을 제거하고, 치아 및 수복물의 표면을 잘 연마하여 평활한 상태를 유지할 수 있도록 하여 치태 침착을 감소시켜 연조직에 대한 위해성을 감소하게 하는 것이다. 보철 치료 후 임플란트 및 치아 수복물

주변을 건강하게 유지하기 위해서는 주기적인 치태 제거가 반드시 필요한데 (Renvert 등, 2008), 현재까지는 물리적 제거 방법이 가장 효과적인 것으로 알려져 있다.

치태와 치석을 물리적으로 제거함에 있어서 초기에는 수동 기구를 이용한 처치가 치주질환 치료의 표준이었으나, 치료 술식의 발전에 따라 초음파 기구를 이용한 처치로 수동 기구와 유사한 제거 효과를 얻을 수 있게 되었다 (Breininger 등, 1987). 치태와 치석의 제거는 치아의 형태, 치주낭의 깊이, 치료 부위의 접근도, 치료 방법, 술자의 숙련도 및 사용된 기구 등에 영향을 받을 수 있다. 잘못된 기구 조작은 사용한 기구와 상관없이 치근면에서 백악질과 상아질이 과도하게 제거될 수 있어서 치각과민증이나 치수염 등의 합병증을 유발할 수 있으며, 거친 치근면을 형성하게 되면 치태의 저류를 더욱 촉진시킬 수 있게 된다.

1953년 치의학 영역에 초음파를 치료 술식에 적용하여 효과적으로 치석을 제거할 수 있는 것이 입증되었다 (Trenter와 Walmsley, 2003). 치과용 초음파 스케일러에는 압전 방식 (piezoelectric)과 자기변형 방식 (magnetostrictive)이 있는데, 자기변형 방식은 18,000-45,000 회/초 정도의 타원형 진동 양상을 보이는 반면 압전 방식은 25,000-50,000 회/초 정도의 선형 진동 양상을 보인다. 압전 방식의 초음파 스케일러를 적절히 적용한다면 치면에 평행하게 진동하여 치석을 부드럽게 제거할 수 있는 장점이 있어 (Arabaci 등, 2007) 압전 방식 초음파 스케일러 사용이 점차 증가되고 있는 추세이다. Flemming 등 (1998)은 압전 방식 초음파 스케일러로 처리한 치근면이 빨래판과 같은 표면이 된다고 보고하였으며, 이 (1998)의 연구에서도 유사한 연구 결과가 보고되었는데, 이러한 표면 효과는 자기변형 방식 초음파 스케일러나 음파 스케일러에서도 관찰되지 않은 현상으로, 팁 (tip)의 진동운동과 팁의 설계에 의한 것이라고 하였다.

초기의 초음파 스케일러는 수동기구에 비해 팁 모양이 단순하고 부피도 커서 다양한 치료 부위에 적용하기 어려울 뿐 아니라 촉감이 떨어지는 단점이 있었지만, 팁이 지속적으로 개선되어 치근면 기구 조작시 초

음파 스케일러 사용이 증가되고 있다 (Drisko, 1998). Flemmig 등 (1998)은 치근면 삭제에 영향을 줄 수 있는 작업조건을 탐색하기 위하여 지름이 가는 스케일러형 팁으로 측방압력, 팁의 적용 각도, 초음파의 세기 및 적용시간 등을 변화시키며 작업조건들을 평가한 결과 전반적인 삭제량에는 측방압력이 가장 크게 영향을 주었으며, 삭제깊이는 팁의 적용 각도가 가장 큰 연관성을 보였다고 하였다. 이 (1998, 2001)의 연구에서는 큐렛형 팁을 적용하는 경우에서 측방압력, 적용 모드 및 초음파 세기 등의 작업 조건을 평가한 결과 초음파 세기가 삭제량과 가장 큰 연관성이 있다고 하였다. 또한 차 등 (2009)은 스케일러형 팁을 사용한 연구에서 초음파 세기가 낮으면 적은 측방압력에서 삭제량이 더 많았고, 초음파 세기가 높으면 중간 정도의 측방압력에서 삭제량이 더 많았다고 하였다. 초음파 스케일러는 비외과적 치주치료, 외과적 치주치료 및 유지 치주치료 등에서 수동 기구를 대체할 수 있도록 지속적으로 개선되고 있고 있다. 최근 임상에서는 사용하기 편리하고 단시간에 치석과 치태를 제거할 수 있는 초음파 스케일러가 널리 사용되고 있으며, 다양한 형태의 초음파 스케일러 팁이 치주낭 기저부 또는 치근 분지부의 치태 조절에 사용되고 있다 (Walmsley 등, 2008).

현재까지 주로 사용되어 왔던 스테인리스 강 스케일러 팁은 높은 기계적 특성과 34,000 번/sec의 빠른 진동 운동으로 큐렛이나 스케일러 등보다 치아 또는 수복물의 표면을 더 많이 손상시킬 수 있다고 한다 (이 등, 2014). 치석제거 후 수복물의 표면이 거칠어지면 미생물이 쉽게 재균락을 형성하는 환경이 될 수 있으며 치태 형성도 가속화될 수 있다 (Kantorski 등, 2009). 스테인리스 강으로 제작된 스케일러 팁은 기계적인 자극으로 임플란트 보철물 표면을 손상시킬 수 있으며 (Thomson-Neal 등, 1989), 표면 손상이 발생한 경우 치태나 치석형성에 영향을 줄 수 있기 때문 임플란트 주위염이나 임플란트의 실패를 유발시킬 수 있다고 한다 (Rapley 등, 1990). 다양한 연구에서 스테인리스 강으로 제작된 팁은 아말감, 콤포지트 레진, 글라스 아이오노머, 도재 및 지르코니아 등의 치과 수복물 표면에 영향을 줄 수 있으므로 (Vigolo 등, 2010), 임플란

트 또는 치과 수복물 표면의 치석 제거에는 플라스틱 큐렛 등의 비금속성 기구나 러버 연마컵, 공기 분말 연마 시스템 (air powder abrasive system) 등을 추천하기도 하였다 (Kawashima 등, 2007). 그러나 탄소 및 플라스틱 소재의 스케일러 팁은 치아나 임플란트 표면을 손상하지는 않지만, 쉽게 변형 또는 파절될 수 있고 치석제거 효과가 감소될 수 있는 단점이 있으며, 두께가 두꺼워 술자가 깊은 치주낭에 적용하기 어렵게 하는 문제도 제기되고 있다 (Van de Velde 등, 1991).

치은 연하부의 치석은 상아질보다 표면 경도가 높아서 치질 표면을 손상하지 않고 치석만 제거하는 것은 어렵기 때문에 (Sherman 등, 1990) 치석제거 능력이 우수한 기구는 치질의 삭제량도 불가피하게 많을 수 있다 (Lavespere 등, 1996). 치주 질환의 특성상 치주 질환을 가진 환자는 치주 치료 후에 지속적인 유지와 관리가 필요하며 이를 위하여 반복적인 기구 적용이 필요하다. Hildebrand와 Morse (1980)는 백악질이 모두 제거되면 상아세관이나 치수가 노출되어 치주-치수 병소를 유발할 수 있다고 하였는데, Chaves 등 (1993)는 치주 질환이 있는 치근면을 주사전자현미경으로 관찰한 결과 치석과 오염된 백악질이 관찰되었으며, 치석 제거술과 치근면 활택술을 실시한 치아의 경우에는 평활하고 부드러운 표면과 노출된 상아세관이 관찰되었다고 하였다. 김 등 (2002)도 치근면 활택 시술만 시행한 치아를 주사전자현미경으로 관찰한 결과 연마된 백악질층과 노출된 상아질 표면이 관찰되었으며, 상아세관은 대부분 노출되었으나 일부는 경화 또는 도말층으로 인해 폐쇄된 양상을 보였다고 하였다. Selvig (1969)는 치석 제거술과 치근 활택술을 시행한 치아를 미세방사선사진 분석과 전자현미경으로 관찰한 결과 기구가 접촉된 부위에서는 백악질이 대부분 소실되었고, 상아질이 노출되어 있으며 이로 인해 다양한 외부자극들이 치수조직으로 보다 쉽게 전달이 되어 지각과민증을 유발시킬 수 있다고 하였다.

4) 상아세관 봉쇄능 (dentin occlusion) 측정

상아질 지각과민처리제의 상아세관 봉쇄 효과 평가는 주로 SEM을 이용하여 반응 침전물에 의한 상아세관의 봉쇄정도를 직접 관찰하거나, 미세누출 시험을 이용한 방법이 사용되고 있다. Fu 등 (2007)은 색소를 이용한 미세누출 시험과 SEM으로 상아질 표면을 관찰하는 방법으로 상아질 접착제와 지각과민처리제의 봉쇄능을 평가한 결과 상아질 접착제와 지각과민처리제 적용한 실험군 모두 상아세관을 완전히 봉쇄하지는 못했지만, 상아질 투과율은 유의하게 감소시킨 것을 관찰할 수 있었다고 하였다. Shafiei 등 (2010)도 지각과민처리제를 적용한 다음 컴포짓트 레진으로 수복한 후 변연미세누출 시험으로 상아세관 봉쇄 효과를 평가한 결과 상아질 접착제와 지각과민처리제의 종류에 따라 미세누출 정도는 차이가 있었다고 하였다. 지각과민처리제와 상아질 결합제의 상아세관 차단 효과를 평가하기 위하여 상아질 노출에 따른 실제 상아세관내 액체의 흐름성을 hydraulic conductance법으로 측정하기도 하였다 (Pashley와 Galloway, 1985; Vieira와 Santiago, 2009). 이 방법은 시편 제작과 지각과민처리제 적용이 용이하여 많은 연구자들이 이용하였지만, 대부분 물의 흐름을 감지하기 위해 모세관에 넣은 공기 방울 움직임을 빠르게 증가시키기 위하여 생리적 치수압 보다 훨씬 높은 압력을 가하거나 노출시킨 상아질의 위치나 모양이 실제 임상에서 관찰되는 상황과는 차이가 있다는 문제가 제기되기도 하였다.

상아질 투과도 (permeability) 측정을 위하여 tracer (색소 침투), SEM 및 fluid filtration 등 다양한 방법이 사용되고 있다 (Youngson 등, 1999; Orucoglu와 Belli, 2009). Fig. 1은 Youngson 등 (1999)이 노출된 상아질에 3종의 상아질 접착제를 이용하여 컴포짓트 레진으로 수복한 다음 2시간, 24시간, 1주일 및 1개월 경과한 후 상아세관내 액체의 흐름성을 측정한 장비를 도식화한 그림이다. Oruçoglu 등 (2005)은 처음으로 CFF (computerized fluid filtration)법을 소개하였는데, 컴퓨터 조절 기능과 디지털 공기압 조정 기능을 사용하여 공기방울 이동을 레이저로 관찰하는 방식으로 Pashley와 Depew (1986)가 제시한 재래식 방법과는 차이가 있

N₂ at 0.069MPa

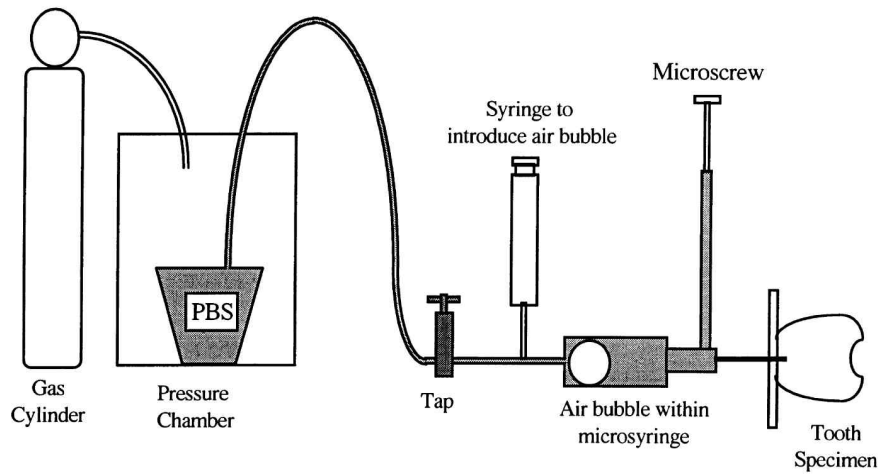


Fig. 1. The fluid filtration apparatus (Youngson *et al.*, 1999).

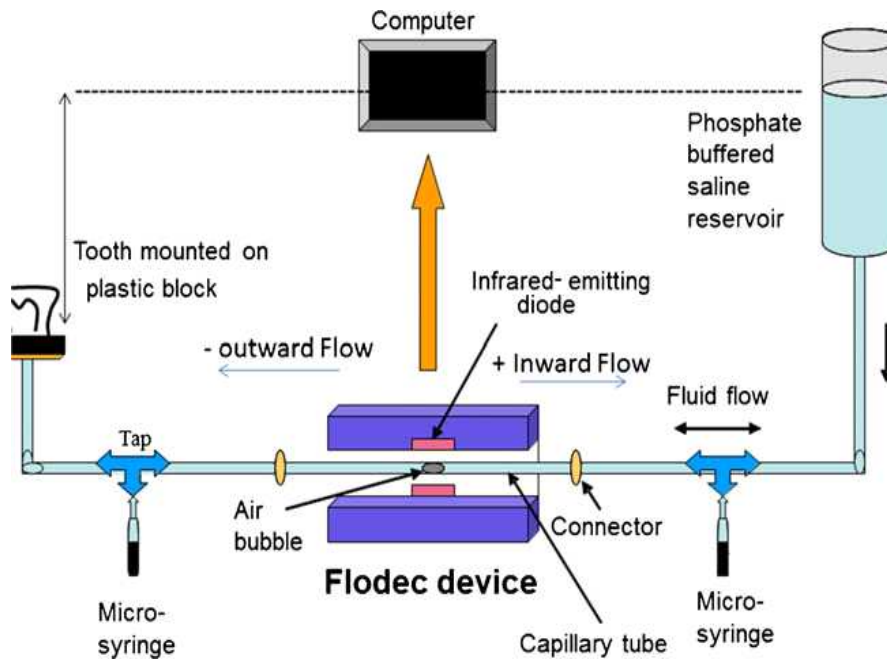


Fig. 2. Diagrammatic representation of the test apparatus for measuring fluid flow (Al-Omari and Palamara, 2013).

다고 하였다. Al-Omari와 Palamara (2013)은 상아세관내 액체의 흐름성을 실시간으로 측정하는 장비 (Flodec System, De Macro Engineering, Geneva, Swiss)의 모식도를 제시하였다 (Fig. 2). PBS액이 채워진 실리콘 튜브를 한쪽은 치아 시편에 연결하고, 다른 한쪽은 정밀도가 높은 글라스 모세관 (길이 = 30 cm, 내경 = 0.84 mm)에 연결하여 중간에 공기 방울을 형성한 다음 공기 방울의 미세한 이동 ($5\ \mu\text{m}$ 또는 2.8 nL)을 infrared-emitting diode로 측정 (20 point/sec)하는 장비로 측정하는 동안 실리콘 튜브 내부에는 1.3 kPa 수압이 적용된다고 하였다. Ciucchi 등 (1995)은 외인성 압력이 가해지지 않는 경우 정상적인 치아 치수내 압력은 $14.1\ \text{cm}\cdot\text{H}_2\text{O}$ 라고 하였고, 발표된 상아질 투과도 실험 연구에서 대부분 15 - 20 $\text{cm}\cdot\text{H}_2\text{O}$ 압력을 적용하고 있어서 (Chersoni 등, 2004; Hashimoto 등, 2004; Sauro 등, 2007), 본 논문에서는 폴리에틸렌 튜브의 내부 마찰력 등을 고려하여 20 $\text{cm}\cdot\text{H}_2\text{O}$ 수압을 가하면서 물 흐름을 측정하였다. Özok 등 (2002)은 발치 후 시간 경과에 따른 상아질의 투과도 변화를 비교한 연구에서 발치 후 9-37 일 경과한 치아들 간에는 유의한 차이를 보이지 않았으며, 7 일에서 9 일 사이에 큰 변화가 관찰되었다고 하였다. 본 연구에서는 발치 후 30 일 미만인 치아들을 시험에 사용하였다.

Kim 등 (2010)은 상아질 지각과민처리제 적용 전·후의 상아세액 흐름을 변화를 측정하여 초기 상아세관 차단 효과를 관찰한 결과 평가한 모든 지각과민처리제는 초기 상아세액 흐름율에 비해 모두 유의하게 상아세액의 흐름율을 감소시킨 것을 관찰할 수 있었다고 하였다. 일정한 압력하에서 상아세액의 흐름율을 결정하는 주요 요인은 상아세관의 지름이므로 상아세액의 흐름율 감소는 바로 상아세관의 봉쇄 효과를 반영하는 것으로 추정할 수 있어서 시험에 사용된 지각과민처리제는 모두 상아세관을 부분적으로 차단 가능성을 기대한다고 하였다.

Jungbluth 등 (2014)은 Fig. 3과 같은 시험 장치에 소량의 methylene blue 색소 ($0.625\ \text{ng}/\text{mL}$ - $12.5\ \mu\text{g}/\text{mL}$)와 단백질 (35 g/l 알부민)을 첨가한 생리식염수를 인공 상아세액으로 사용하여 치경부 치근 상아질의 투과도를 측정한 연구에서, 제시된 측정 방법은 상아세관 봉쇄에 의한 치경부

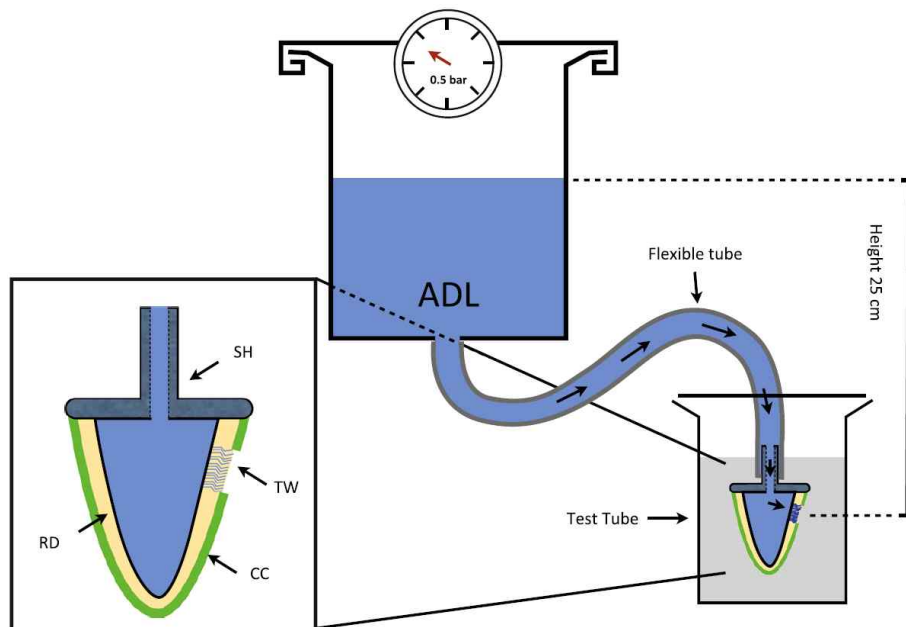


Fig. 3. Experimental set-up for measurements of cervical root dentin permeability (Jungbluth *et al.*, 2014).

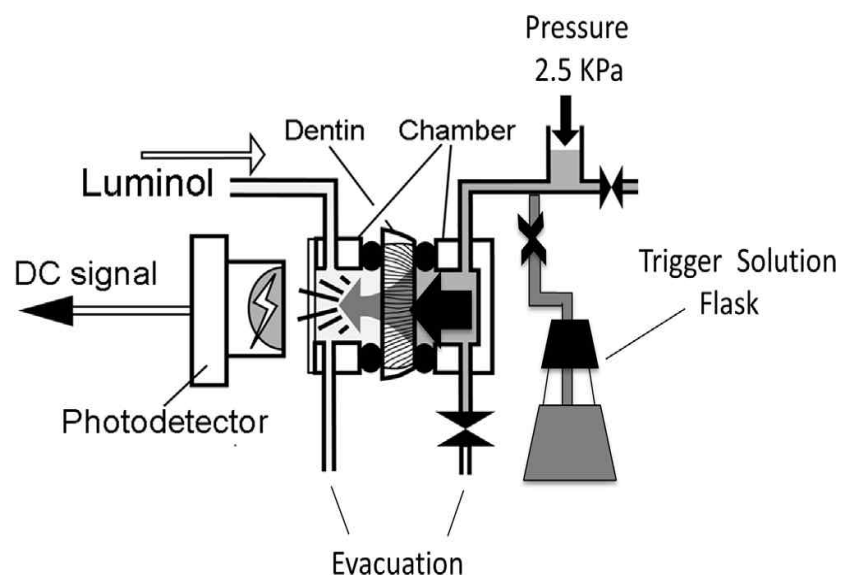


Fig. 4. Schematic illustration of the device for measuring the velocity of fluid flow through dentinal tubules (Boreak *et al.*, 2015).

상아질 지각과민증을 완화시키는 지각과민처리제 (Seal & Protect, Elmex fluid)의 평가에 매우 유용하였다고 하였다. Boreak 등 (2015)은 photo-chemical (chemiluminescence) 방법으로 상아질내에서의 유체 이동을 평가하였는데 (Fig. 4), 발치한 제3대구치에서 상아질 시편을 1.4 mm, 1.6 mm, 1.8 mm 및 2.0 mm 두께로 준비하여 상아질 두께에 따른 흐름도를 비교한 결과 상아질 깊이가 깊을수록 또는 잔존 상아질 두께가 감소될수록 유체의 이동 속도는 증가하였다고 하였다.

Ⅲ. 연구 재료 및 방법

1) 연구재료

우식 및 수복물이 없는 발치된 소구치와 대구치 30 개를 백악-법랑 경계 하방 5 mm 부근에서 저속 다이아몬드 톱 (low speed diamond saw; Isomet, Buehler, USA)으로 치아를 절단하였고, 절단한 치아의 전상아질이 손상되지 않도록 가느다란 근관치료용 파일과 탐침을 이용하여 치수를 제거하였다. 슬라이드 글라스 양면을 샌드블라스팅 처리하고 절단한 치아 시편과 물 저장고 (reservoir)를 연결하기 위한 0.9 mm 지름의 구멍을 뚫어 치수강에 금속 튜브를 삽입하고 레진 접착제 (Clear Protect Bond, Kuraray Medical Inc, Japan)와 유동형 컴포짓트 레진 (Heliomolar Flow, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein)을 이용하여 금속 튜브를 연결한 치아를 슬라이드 글라스에 접착하였다. 연결한 금속 튜브 외에서 발생할 수 있는 미세누출을 방지하기 위하여 노출된 치근면과 치아-슬라이드 글라스 접촉면 외부를 투명한 네일 바니쉬 (nail varnish)로 밀봉하였다 (Fig. 5).

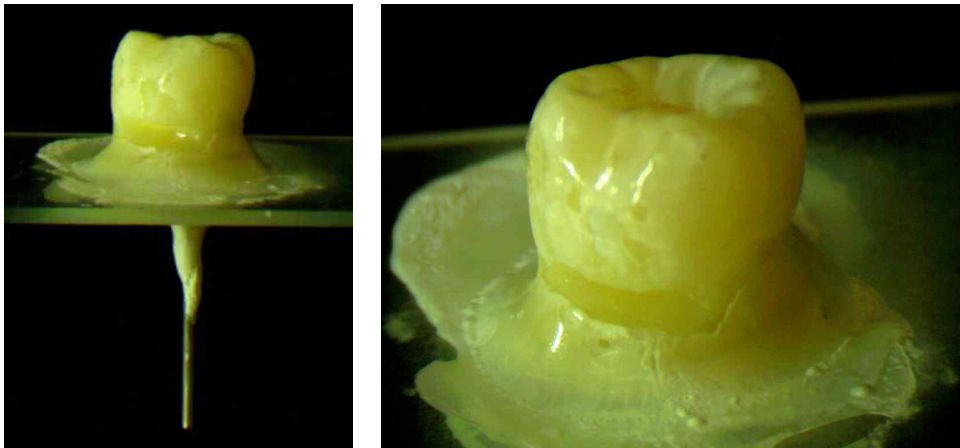


Fig. 5. Specimens for the dentinal fluid flow test.

준비가 완료된 시편은 흐름성 측정 장치에 연결하고 20 cm·H₂O의 정

수압을 가하여 누출되는 부분이 없는지 확인하였고, 4℃로 냉각한 물과 60℃로 가열한 물을 시편 외부에 적시며 측정 장치의 정상적인 반응을 확인하였다(Fig. 6). 미세한 누출 경향을 보이거나 외부 온도 변화에 적절한 반응을 보이지 않는 시편은 실험에서 제외시켰다.

건전한 치아에 인위적으로 비우식성 치경부 병소를 생성하기 위하여 치경부의 백악-법랑 경계(CEJ) 부근에 근원심으로 길이 5 mm, 높이 2 mm, 깊이 1 mm의 V 형 와동을 고속 핸드피스와 다이아몬드 버로 형성하였다. 비우식성 치경부 병소를 형성한 시편을 흐름성 측정장치에 연결하고 정수압을 가하여 안정화시킨 다음 비우식성 치경부 병소 형성에 따른 상아세관 노출 여부를 확인하여 누출되지 않은 시편만 실험군으로 사용하였는데, 6 개 실험군에 4 개씩 모두 24 개의 시편을 준비하였고, 대조군으로 건전한 시편 4개를 사용하였다.

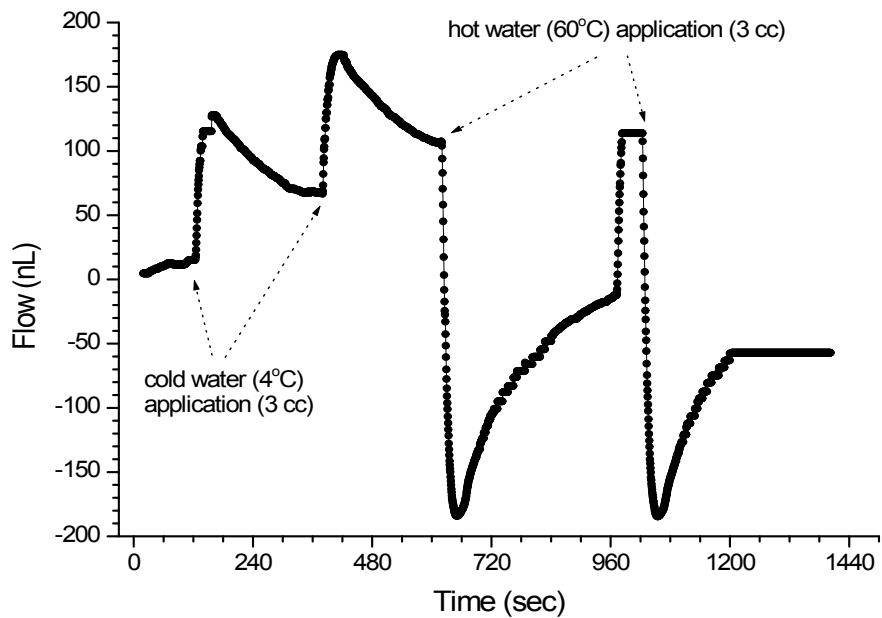


Fig. 6. Dentinal fluid flow curve as a function of time during the examination of response with cold water and hot water applications.

초음파 스케일링으로 노출된 상아질에 도포하여 상아세관 봉쇄 정도 평가에 사용한 지각과민처리제는 Table 1과 같다. Glutaraldehyde를 주요 성분으로 하는 제품 2종 (Gluma Desensitizer, MicroPrime G), oxalate를 주요 성분으로 하는 제품 3종 (SuperSeal, BisBlock, MS-Coat One), 기능성 단량체 등을 함유한 Seal & Protect 등 6종을 시험하였다.

Table 1. Dentin desensitizing agents used in this study

Desensitizer	Composition	Manufacturer
Gluma Desensitizer	glutaraldehyde (5 %), HEMA (36 %), DW	Heraeus Kulzer, Germany
MicroPrime G	glutaraldehyde (5 %), HEMA (35 %), NaF (10 ppm), DW	Danville Materials, USA
SuperSeal	oxalic acid, potassium salt, DW	Phoenix Dental, USA
BisBlock	oxalic acid (<5 %), potassium salt, adhesive, DW	Bisco, USA
MS-Coat One	oxalic acid (1 %), methylmethacrylate p-styrenesulfonic acid (3 %), prepolymerized resin suspension	Sun Medical, Japan
Seal & Protect	di- and tri-methacrylate resins, PENTA, nanofillers, cetylamine hydrofluoride, triclosan, acetone	Dentsply Caulk, USA

2) 연구방법

2-1. 상아세관내 액체의 흐름 측정장치 (nano-Flow)

본 논문에서는 나노-리터의 물 흐름을 측정할 수 있는 미세 물 흐름 측정장치 (nano-Flow, IB Systems, Seoul, Korea)를 사용하였다. 이 장치는 물의 흐름을 감지하는 유리 모세관과 광센서, 물의 흐름을 추적하

는 서보 모터, 엄지 나사 (lead screw)와 볼 너트 (ball nut), 데이터를 기록하는 회전 인코더 및 컴퓨터 소프트웨어 등으로 구성되어 있다 (Fig. 7). 물 저장고와 치아 시편 사이에 연결되어 증류수로 채워져 있는 내경 0.5 mm의 유리 모세관 안에는 공기방울이 함입되어 있으며, 유리관 내 물의 흐름에 따라 공기방울이 이동하게 되면 적외선 방출 다이오드와 광트랜지스터로 구성된 광센서에 의해 감지되고, 광센서가 물-공기 계면을 계속 추적할 수 있도록 서보앰프와 서보모터는 엄지나사를 회전시킨다. 나사의 회전은 회전 인코더를 통해 1,000 개/회전의 펄스로 감지되어 컴퓨터에 기록되어 저장되는데, 측정 장치의 최소 측정량은 0.196 nL로 미세한 흐름 변화를 측정할 수 있다.

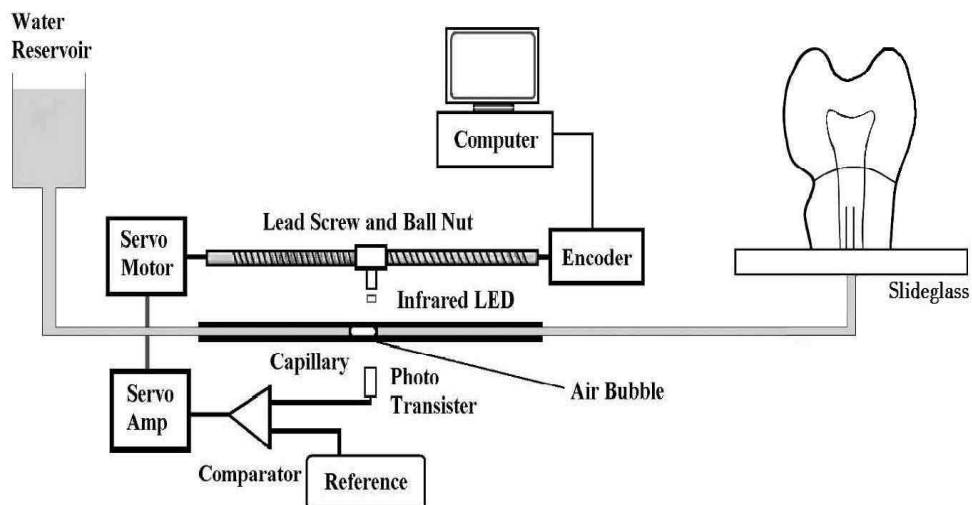


Fig. 7. Schematic diagram of the subnanoliter-scaled dentinal fluid flow measurement device (nano-Flow, IB System, Korea).

2-2. 초음파 스케일링

비우식성 치경부 병소를 형성한 시편을 물 흐름 측정장치에 연결하고 정수압을 가하여 안정화시킨 다음 5 - 10 분간 상아세관을 통한 물의 흐름을 측정하여 기준값으로 정하였다. 초음파 스케일링은 Piezoelectric 방

식인 Mini Piezon Dental Ultrasonic Scaler (EMS-SCAL04, Electro Medical Systems, Swiss)를 이용하였다.

비우식성 치경부 병소를 형성하지 않은 결함이 없는 건전한 치아 시편과 비우식성 치경부 병소를 형성한 치아 시편을 대상으로 치수강내 액체의 흐름성을 실시간으로 측정하면서 치아 표면을 초음파 스케일러로 스케일링 처리하여 비우식 치경부 병소 유·무에 따른 초음파 스케일링 처리 효과를 비교하였고, 흐름율이 증가하는 양상이 관찰되면 초음파 스케일링은 중단하였다.

2-3. 지각과민처리제 적용

흐름성 측정 장치에 연결한 후 초음파 스케일링 처리하여 흐름율이 증가되는 양상을 보인 시편은 스케일링 처리 과정에서 노출된 상아질 표면에 지각과민처리제를 제조사의 설명서에 따라 도포하였다. 제품에 따라 광중합이 필요한 경우 LED 광조사기 (Elipar S10, 3M ESPE)로 광조사하였다. 지각과민처리제 적용 등 모든 과정에서 시편 내에서의 물 흐름 변화는 실시간으로 측정하여 컴퓨터로 기록하였다.

2-4. 주사전자현미경 관찰

흐름성 측정이 완료된 시편을 상아질이 노출되도록 저속다이아몬드 톱 (low speed diamond saw; Isomet, Buehler, USA)으로 치아의 치관부를 제거하고 2 mm 두께로 절단하였다 (그림 8). 노출된 상아질을 35 % 인산 (Vericom, USA)으로 5 초간 산-부식 처리한 후 물로 세척하였다. 상아질 표면에 6 종의 지각과민처리제를 제조사의 설명서에 따라 적용한 다음 37 °C (100 % 상대 습도)에서 2 시간 유지하여 지각과민처리제가 상아질 표면에서 적절한 반응할 수 있도록 하였다.

지각과민처리제를 도포하지 않은 대조군과 지각과민처리제를 도포한 상아질 시편의 표면을 OsO₄로 코팅한 다음 FE-SEM (S-4700, Hitachi, Japan)으로 상아세관을 관찰하여 지각과민처리제가 상아세관을 봉쇄하는

정도를 분석하였다.



Fig. 8. Specimens for SEM examination to evaluate occlusion of dentinal tubules after desensitizer applications.

IV. 연구 결과

Fig. 9는 비우식성 치경부 병소를 인위적으로 형성한 시편에 초음파 스케일링 처리 과정에서 증류수의 흐름율이 급격히 증가되는 시점으로 상아세관 노출을 인지하고, 지각과민치치제인 Gluma Desensitizer를 도포하면서 시편 내부에서의 증류수 흐름율 변화를 실시간으로 관찰한 결과를 나타낸 그래프이다. 노출된 상아질 부위에 glutaraldehyde와 HEMA가 주요 성분인 Gluma Desensitizer를 적용하여도 증류수 흐름율은 감소되지 않아서 상아세관은 봉쇄되지 못한 것으로 보였다.

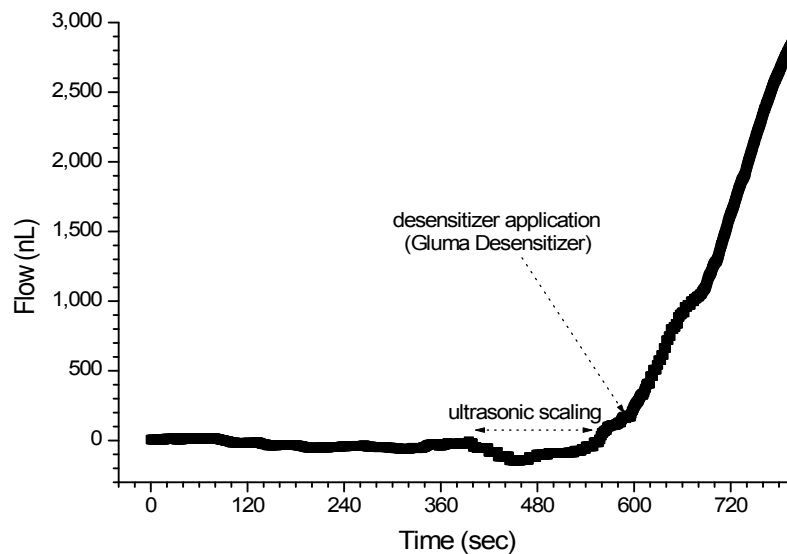


Fig. 9. Dentinal fluid flow curve as a function of time with Gluma Desensitizer application subsequent to ultrasonic scaling treatment.

Fig. 10은 Gluma Desensitizer와 유사하게 glutaraldehyde와 HEMA를 주요 성분으로 하는 MicroPrime G 지각과민치치제를 노출된 상아질에 적용한 효과를 실시간으로 관찰한 그래프이다. 측정 결과는 Gluma Desensitizer를 적용한 경우와 유사하였으며, MicroPrime G 지각과민치치

제 경우에서도 상아세관 봉쇄 효과는 관찰되지 않았다.

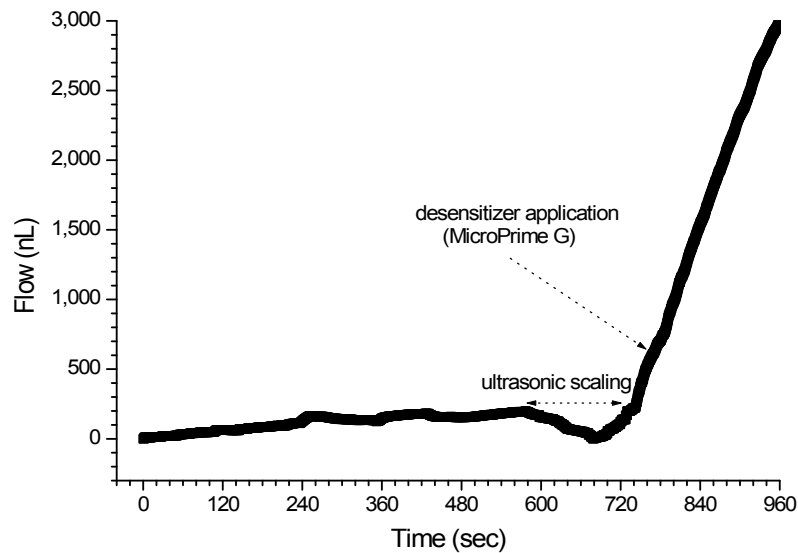


Fig. 10. Dentinal fluid flow curve as a function of time with MicroPrime G application subsequent to ultrasonic scaling treatment.

Fig. 11은 초음파 스케일링 처리로 상아세관이 노출된 부위에 Super Seal 지각과민처리제를 적용하고 증류수의 흐름을 변화를 실시간으로 관찰한 결과를 기록한 그래프이다. Oxalic acid와 포타슘 염이 주요 성분인 SuperSeal 지각과민처리제는 glutaraldehyde가 주요 성분인 지각과민처리제들과 마찬가지로 상아세관이 노출된 부위에 적용하여도 즉각적인 상아세관 봉쇄 효과는 볼 수 없었지만, 780 초 부근에서 증류수 흐름율이 다소 감소되는 양상이 관찰되어 완전하지는 않지만 적은 상아세관 봉쇄 효과가 있음을 알 수 있었다.

Fig. 12에는 oxalic acid와 포타슘 염을 주요 성분으로 하는 SuperSeal 과 유사하지만 추가로 접착제가 포함된 BisBlock 지각과민처리제의 적용 효과를 실시간으로 관찰한 그래프이다. 레진 성분이 없는 SuperSeal과는 다르게 640 초 부근에서 증류수 흐름을 감소가 더 명확하게 관찰되어 지각과민처리제 도포에 따른 상아세관 봉쇄 효과가 있음을 알 수 있었다.

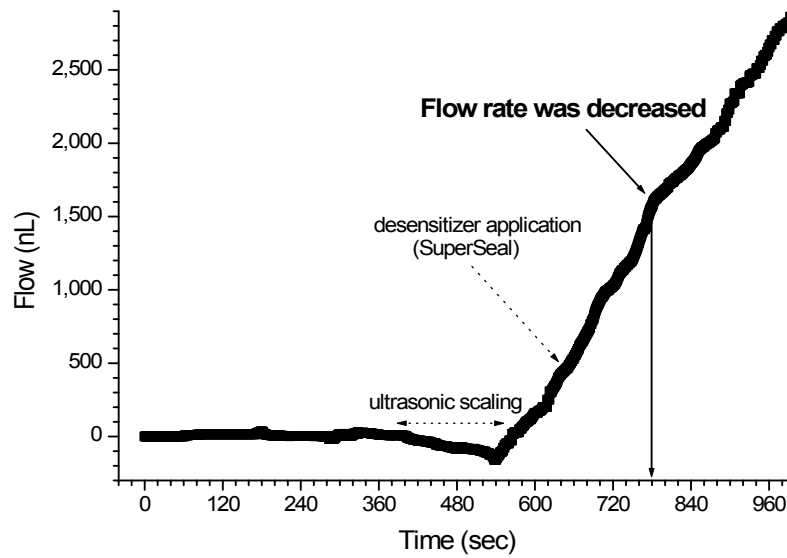


Fig. 11. Dentinal fluid flow curve as a function of time with SuperSeal application subsequent to ultrasonic scaling treatment.

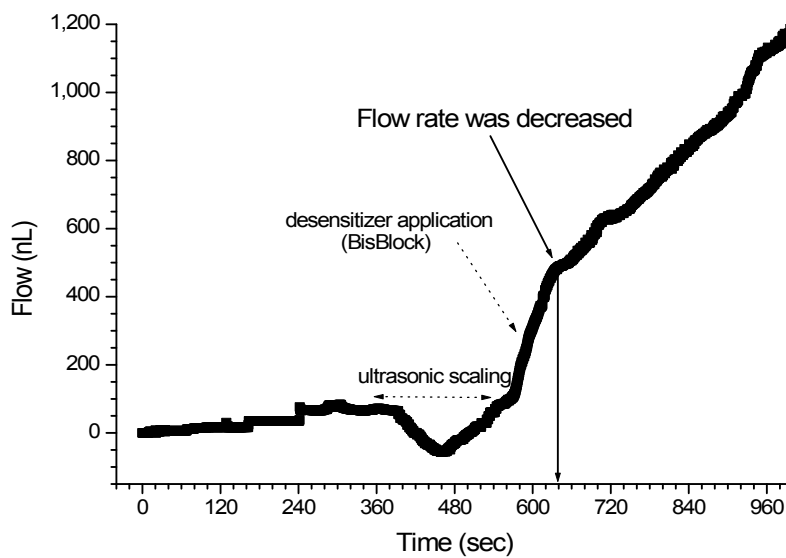


Fig. 12. Dentinal fluid flow curve as a function of time with BisBlock application subsequent to ultrasonic scaling treatment.

Fig. 13은 oxalic acid를 주요 성분으로 하는 MS-Coat One 지각과민 치치제를 상아세관이 노출된 부위에 적용하고 상아세관 봉쇄 효과를 실시간으로 관찰한 그래프이다. Oxalate를 주요 성분으로 하는 SuperSeal 또는 BisBlock 지각과민치치제와는 상이하게 노출된 상아질에 적용하여도 증류수 흐름을 감소가 전혀 관찰되지 않으므로 상아세관 봉쇄 효과는 거의 없는 것으로 보였다.

Fig. 14에는 필러를 함유한 레진과 기능성 단량체 (PENTA)가 주요 성분인 Seal & Protect 지각과민치치제를 상아세관이 노출된 부위에 적용하고 상아세관 봉쇄 효과를 실시간으로 관찰한 그래프이다. 다른 지각과민치치제를 적용한 실험군과 달리 530 초 부근에서 증류수 흐름을 감소가 명확하게 관찰되어 유의한 상아세관 봉쇄 효과를 볼 수 있었다.

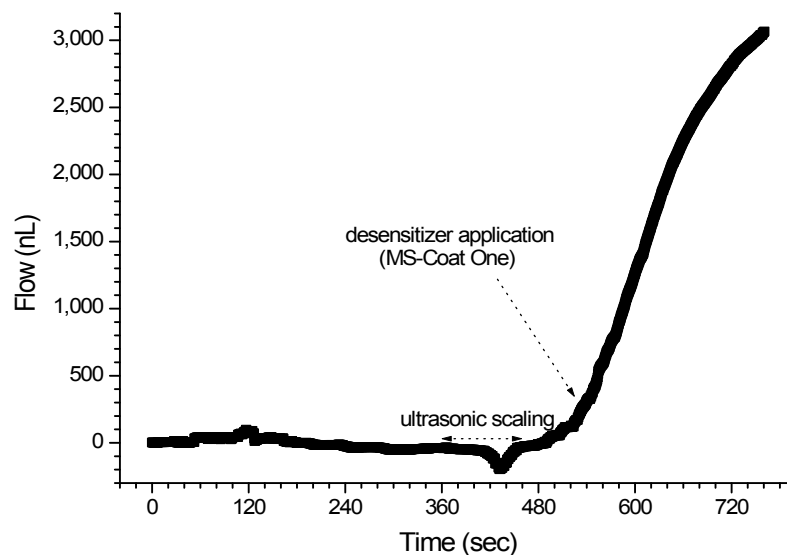


Fig. 13. Dental fluid flow curve as a function of time with MS-Coat One application subsequent to ultrasonic scaling treatment.

Fig. 15는 시편에 비우식성 치경부 병소를 인위적으로 형성하지 않은 건전한 치아를 대상으로 초음파 스케일링을 실시하면서 흐름 변화를 측

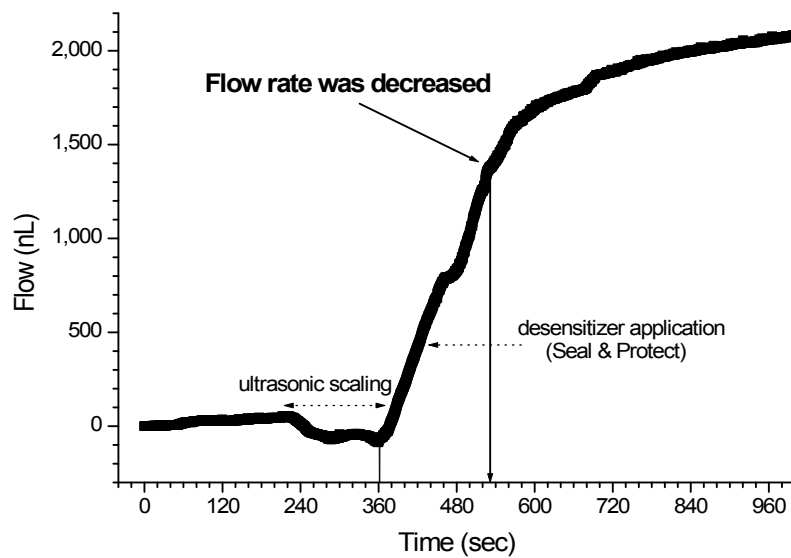


Fig. 14. Dentinal fluid flow curve as a function of time with Seal & Protect application subsequent to ultrasonic scaling treatment.

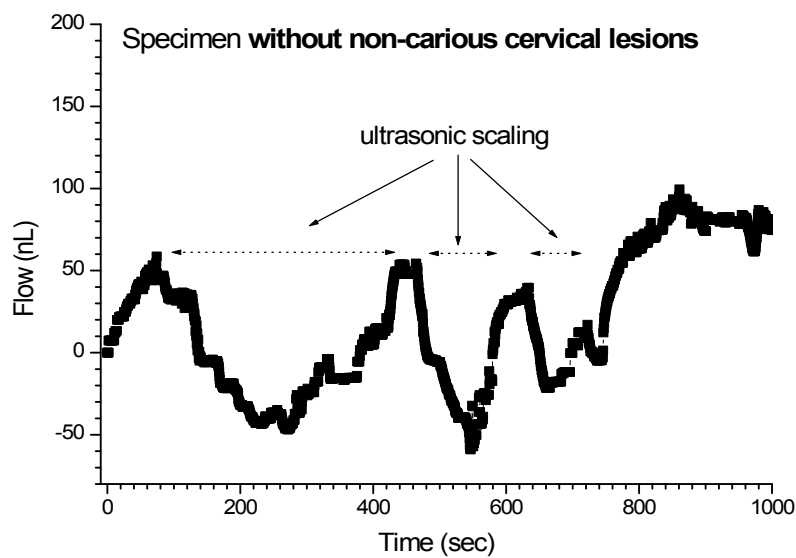
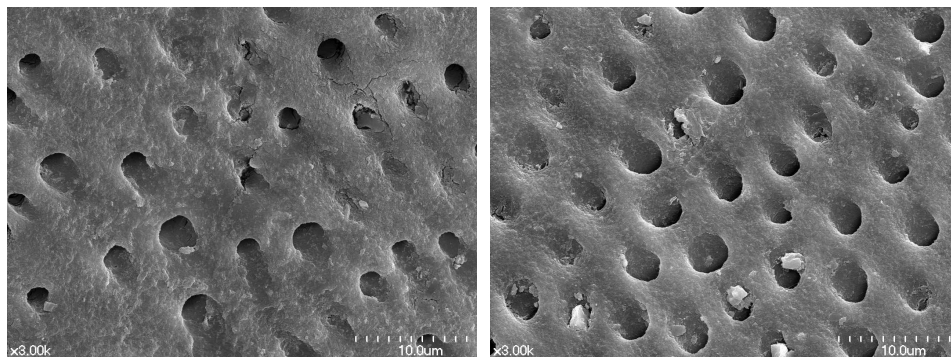


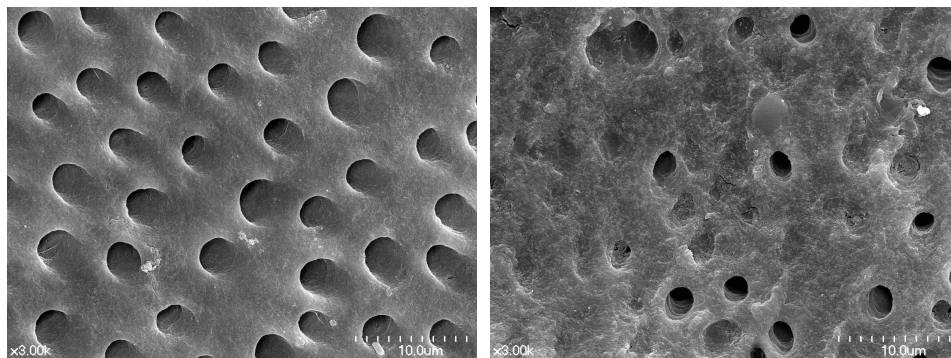
Fig. 15. Dentinal fluid flow curve as a function of time without non-carious cervical lesions during ultrasonic scaling treatment.

정한 결과이다. 비우식성 치경부 병소가 있는 시편과 달리 초음파 스케일링 실시에 따른 시편 내 물 흐름의 증가는 관찰되지 않았다.

Figs. 16-18은 산-부식처리한 상아질 표면에 6 종의 지각과민치치제를 적용하고 37 °C (100 % RH)에서 2 시간 유지시킨 다음 주사전자현미경으로 상아질 표면을 관찰한 사진이다. Glutaraldehyde와 HEMA가 주요 성분인 Gluma Desensitizer를 적용한 경우에는 상아세관의 아주 적은 부분만 불완전하게 봉쇄되어 있는 것으로 관찰되었다 (Fig. 16a). 유사한 성분으로 구성된 MicroPrime G의 경우도 Gluma Desensitizer와 유사한 정도로 상아세관을 부분적인 불완전 봉쇄를 보였다 (Fig. 16b).

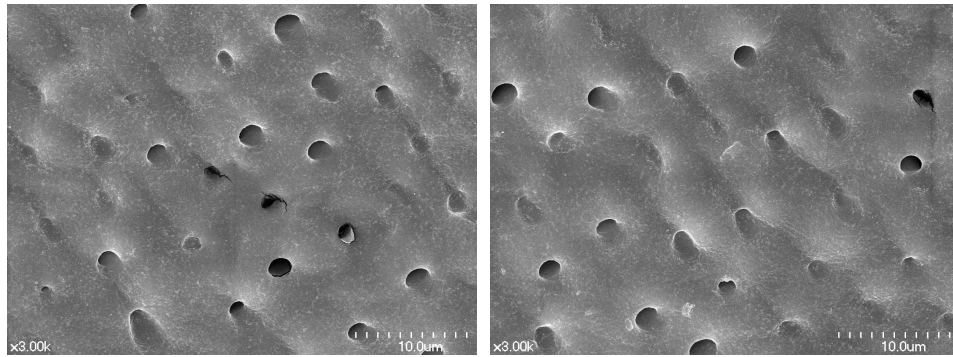


(a)

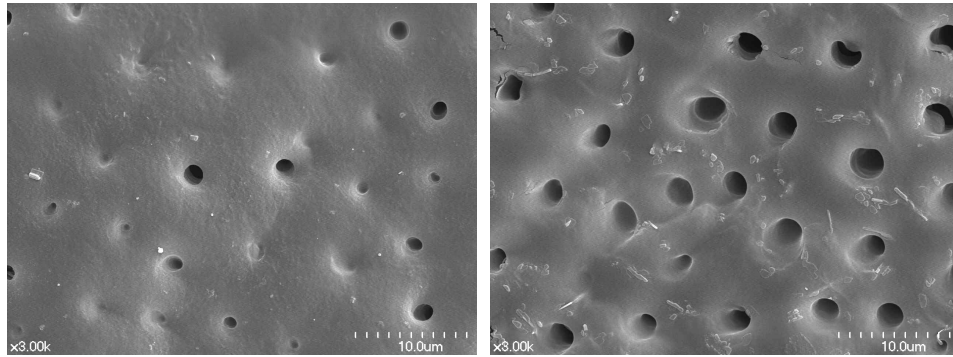


(b)

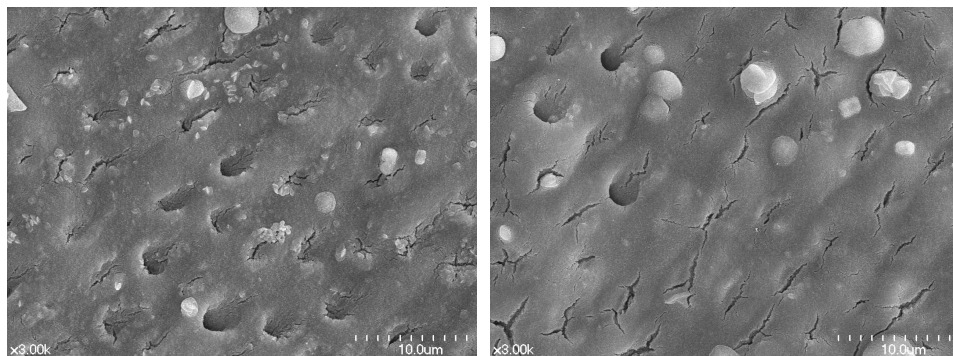
Fig. 16. SEM images of dentin surface after desensitizer application subsequent to acid-etching: (a) = Gluma Desensitizer , (b) = MicroPrime G.



(a)



(b)



(c)

Fig. 17. SEM images of dentin surface after desensitizer application subsequent to acid-etching: (a) = SuperSeal, (b) = BisBlock, (c) = MS-Coat One.

Oxalate가 주요성분인 SuperSeal (Fig. 17a), BisBlock (Fig. 17b) 및

MS-Coat One (Fig. 17c)을 적용한 경우에는 상아질 표면에 옥살레이트 결정상이 형성된 것이 관찰되었으며, Gluma Desensitizer 또는 Micro Prime G를 적용한 경우 보다는 더 많은 상아세관 봉쇄정도를 보였다.

레진 단량체와 필러가 주요 성분인 Seal & Protect을 적용한 경우 상아질 표면은 레진 피막으로 덮여 있었으며, 일부분 상아세관이 노출된 곳도 관찰되었다 (Fig. 18)

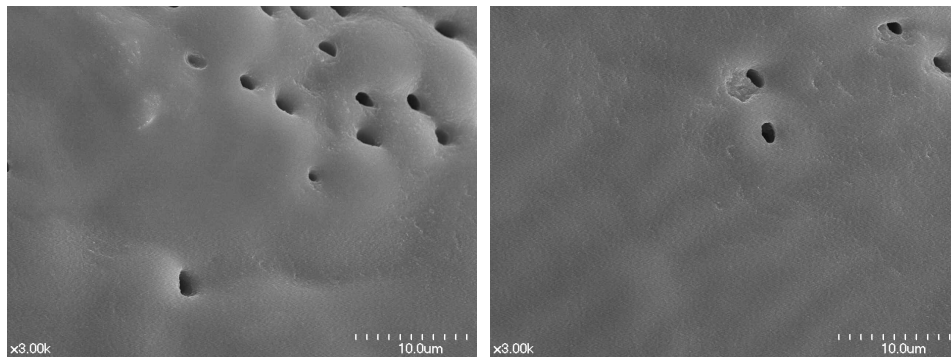


Fig. 18. SEM images of dentin surface after Seal & Protect application subsequent to acid-etching.

V. 고찰

치면에 부착된 치태 및 치석은 백악질을 변성 또는 연화시킬 수 있으며, 치태와 치석이 치주질환 유발의 중요한 원인이므로 치석 제거는 구강건강 유지를 위해 반드시 필요하다. Wolff (2009)는 치면에 부착된 치태와 치석 등과 같은 바이오 필름 (biofilm) 생성이 지각과민증과의 직접적인 상관성은 없다고 하였지만, 치석 제거 과정에서 상아질이 삭제되어 상아세관 노출이 유도되는 경우 지각과민증에 의한 동통이 유발될 가능성은 매우 높다. 특히 법랑질 층의 두께가 가장 얇은 치경부 부위에서는 침식, 마모 및 굴곡파절 등에 의해 법랑질이 쉽게 파괴될 수 있기 때문에 상아질 노출이나 치수 노출 가능성도 매우 높아 (Lee와 Eakle, 1996; West, 2008) 치경부 지각과민증은 흔하게 보고되고 있는데, 성인의 15 - 74 %에서 관찰된다고 한다 (Ritter 등, 2006; Udoeye, 2006; Terry, 2011; Que 등, 2013). 특히, 비우식성 치경부 마모증과 치경부 지각과민증은 치아의 동일한 부위에서 관찰되며 상호 밀접한 상관성이 있다고 하였다 (Bartlett와 Shah, 2006; Que 등, 2011).

Gluma Desensitizer는 주요 성분인 HEMA가 glutaraldehyde와 결합하여 glutaraldehyde가 상아세관 내부로 깊게 침투할 수 있도록 하고, 침투된 glutaraldehyde가 상아세관 단백질과 침착물을 형성하여 상아세관을 봉쇄할 수 있다고 한다 (Felton 등, 1991; Ritter 등, 2000; Kakaboura 등, 2005). 하지만 본 연구에서는 Gluma Desensitizer의 상아세관 봉쇄효과가 전혀 관찰되지 않는 상반된 결과가 관찰되었는데, 본 연구에서 사용한 치아의 경우 시편 제작과정에서 glutaraldehyde와 결합할 수 있는 단백질이 모두 제거되어 상아세관 봉쇄를 위한 반응물질이 전혀 생성되지 못한 것으로 추정하였다. 또한, Gluma Desensitizer와 유사한 성분으로 구성된 MicroPrime G를 적용한 경우에서도 상아세관 봉쇄효과는 관찰되지 않았다. Ishihata 등 (2012)은 glutaraldehyde 함유 지각과민치제제가 상아질 투과도 감소 효과를 평가한 결과 우수한 감소효과가 관찰되었다고 하였는데, 시편을 제작한 다음 2 % bovine albumin 용액을 적

용하고 투과율을 측정했기 때문에 glutaraldehyde가 bovine albumin과 반응하여 침착물 형성이 가능하여 봉쇄 효과가 관찰된 것으로 보였다.

Dijkman 등 (1994)은 EDTA와 2% glutardialdehyde로 처리한 상아세관의 봉쇄효과를 SEM으로 분석한 연구에서 glutardialdehyde는 도말층 (smear layer)과 superficial dentinal 표면을 고정할 수 있으며 상아세관을 봉쇄시킬 수 있다고 하였다. Schüpbach 등 (1997)은 다양한 유형의 Gluma Desensitizer (Gluma 2 Cleanser, Gluma 3 Primer, Gluma 4 Sealer) 적용에 따른 상아세관 봉쇄효과를 SEM, TEM 및 CLSM (fluorescence confocal laser scanning microscopy)로 분석한 결과 Gluma 3 Primer를 적용한 경우에만 우수한 상아세관 봉쇄효과가 관찰되었다고 하였다. Glutaraldehyde와 HEMA로 구성된 지각과민처리제 (Gluma)의 임상 효용성과 관련된 문헌들을 분석한 연구에서 Gluma는 지각과민증 감소에 효과적이고, 산-부식처리한 치아 표면의 적심성을 향상시켜 접착력을 증가시킬 수 있을 뿐 아니라 우식이 있는 상아질 부위에 적용할 경우 항우식 효과도 기대할 수 있다고 하였다 (Boksman과 Swift, 2011; Larson, 2013). 반면, de Assis 등 (2006)은 치주질환 치료를 실시한 환자에게 Gluma Desensitizer를 적용한 다음 4주간 영향을 평가한 결과 지각과민증이 감소된 결과는 관찰되지 않았다고 하는 상반된 결과를 보고하였다.

Oxalate를 함유한 지각과민처리제는 상아질 표면의 칼슘이온과 반응하여 calcium oxalate 불용성 침착물을 형성하여 상아세관을 봉쇄할 수 있다. 옥살산염이 효과적으로 상아세관을 봉쇄할 수 있지만, 표면에 형성된 침착물이 타액에 쉽게 용해될 수 있기 때문에 지속적인 상아세관 봉쇄를 위하여 주기적으로 반복해서 도포해야 한다고 한다. SuperSeal과 BisBlock의 경우는 친수성인 potassium oxalate가 노출된 상아세관에서 칼슘 oxalate 침착물을 형성하여 상아세관을 봉쇄할 수 있으며, oxalic acid는 도말층 제거뿐 아니라 potassium oxalate가 상아세관내부 깊은 부위까지 침투할 수 있도록 도움을 준다고 하였다 (Pashley와 Galloway, 1985). MS-Coat One은 oxalic acid, polystyrene sulfonic acid, PMMA 및 레진 유화제 등을 포함하는 아크릴릭 레진과 수성 콜로

이드 혼합물로 치질과 화학 반응으로 형성된 침착물이 상아질 세관을 봉쇄하여 외부 자극을 차단할 수 있다고 한다 (Pashley 등, 2001). Pillon 등 (2004)은 스케일링 또는 치근 활택술 후 상아질 지각과민증이 발생한 15 명의 환자에게 3 % potassium oxalate를 도포하고 7 일, 14일 및 21 일 경과한 후 완화 효과를 비교한 결과 3 % potassium oxalate가 지각과민증을 효과적으로 감소시켰다고 하였다. 그러나 Santiago 등 (2006)은 상용 제품인 OxaGel과 실험용 potassium oxalate 지각과민처리제, placebo (carboxymethylcellulose gel) 및 증류수 등을 이용하여 상아질의 흐름을 측정 한 결과 상아질 투과도는 모든 실험군에서 시간경과에 따라 유의한 감소가 관찰되어 연구 결과를 분석할 때 유의하여야 한다고 하였다. Vieira 등 (2009)도 지각과민증 환자 24 명에게 GaAlAs 레이저, 3 % potassium oxalate gel 및 placebo gel 등으로 치료하고 3 개월간 지각과민증 완화 효과를 관찰한 결과 모든 실험군에서 지각과민증 감소가 관찰되어 향후 장기간 효과에 대한 추가시험이 필요하다고 하였다.

Cunha-Cruz 등 (2011)은 2009 년 7 월까지 출간된 상아질 지각과민증 관련 677 개 문헌 중에서 임상 시험을 포함한 174 개 문헌에서 oxalate와 관련된 12 개 문헌을 분석한 결과 3 % monohydrogen-monopotassium oxalate를 포함한 지각과민처리제를 제외한 다른 oxalate 성분으로 구성된 지각과민처리제들은 상아질 지각과민증 완화효과가 거의 없이 placebo 제재와 유사한 정도였다고 하였다. 또한 7 개 문헌 분석으로 결론이 도출된 3 % monohydrogen-monopotassium oxalate의 경우도 6 건의 문헌에서는 효과가 없거나 placebo보다 조금 유의한 효과를 보였다고 하였고, 단지 1 건의 문헌에서만 oxalate의 효과가 관찰되었다고 하였다. 따라서 oxalate가 상아질 지각과민증을 완화시킬 수 있다는 기존의 연구 결과에 다소 회의적이라고 하였다. 본 논문에서도 oxalate가 주요 성분인 지각과민처리제 (SuperSeal, BisBlock 및 MS-Coat One)를 적용한 실험군에서 상아세관 봉쇄효과가 기존에 발표된 연구만큼 크지 않은 것으로 관찰되었다. 따라서 de Andrade 등 (2007), Fu 등 (2007) 및 Barrientos 등 (2011)은 oxalate 함유 지각과민처리제 (Protect Drops, Oxagel, MS-

Coat, BisBlock)로 상아질 표면을 처리할 경우에 상아질 접착제를 함께 적용하면 상아질 투과도를 크게 감소시킬 수 있으므로 지각과민증 완화를 위하여 상아질 접착제와 oxalate를 함께 적용하는 방법을 제시하였다.

항균 작용을 하는 triclosan, 기능성 단량체인 PENTA, methacrylate 계 레진, 광개시제 및 필러 등으로 구성된 Seal & Protect는 자가-부식형 접착제와 유사한 방식으로 혼성층을 형성하여 상아세관 입구를 봉쇄하는 것으로 추정하고 있다. 여러 연구에서 Seal & Protect의 우수한 상아세관 차단 능력과 지각과민증 억제 효과가 보고되었는데 (Camps 등, 2002; Pamir 등, 2007), 본 논문에서도 평가한 지각과민치료제 중에서 Seal & Protect 실험군이 가장 우수한 상아세관 봉쇄효과가 관찰되었으며, 성분으로 함유된 레진 단량체들이 상아세관을 효과적으로 봉쇄하는 것으로 보였다.

Pamir 등 (2007)은 지각과민증 환자 60 명에게 Seal & Protect, Vivasens, BisBlock 및 placebo (증류수)를 적용하고 4주 경과한 다음 지각과민증 완화 효과를 관찰한 연구에서 Seal & Protect, Vivasens 및 BisBlock을 적용한 경우는 증류수를 적용한 경우 보다 유의하게 지각과민증이 완화된 것이 관찰되었지만, 증류수도 유의할만한 지각과민증 완화효과를 보였다고 보고한 바 있다. Aranha 등 (2009)은 치경부 지각과민증 환자에게 Gluma Desensitizer, Seal & Protect, 3 % 포타슘 oxalate gel인 Oxa-gel (Art Dent) 및 APF인 Nuprogel (Dentsply)를 적용하거나 저강도 ($3.8 \text{ J/cm}^2/15 \text{ mW}$) GaAlAs 레이저 (MMOptics)로 치료한 다음 즉시, 1주일, 1개월, 3개월 및 6개월 경과한 시점에서 지각과민증의 완화 정도를 비교한 연구에서 Gluma Desensitizer 또는 Seal & Protect를 적용한 환자는 즉시 지각과민증 완화 효과가 관찰되었으며 효과는 6개월간 지속되었다고 하였다. Oxa-gel을 적용한 환자는 1개월 경과한 시점부터 지각과민증 완화가 관찰되었고, APF를 적용한 경우는 3개월 경과한 시점부터 지각과민증 완화가 관찰되었다고 하였다. 반면 저강도 레이저로 치료한 환자는 지각과민증이 서서히 감소되는 양상을 보였고, 6개월 경과한 시점에서는 5개 실험군 모두에서 지각과민증 완화효과는 유의한

차이 없이 유사하였다고 발표하였다.

Yu 등 (2010)은 지각과민처리제 (Gluma Desensitizer)와 자가부식형 접착제 (iBond, Xeno V), 불소제재 (Bifluorid 12) 및 placebo (증류수)의 지각과민증 완화 효과를 비교한 결과 지각과민처리제와 자가부식형 접착제는 적용한 직후에서 1개월 경과된 후까지 유의하게 지각과민증을 완화시키는 것이 관찰되었다고 하였다. Bifluorid 12는 적용한 직후에는 열 자극과 기계적 자극 민감성에 대한 완화효과를 보였으나, 1개월 경과한 후에는 기계적 자극에 대한 민감성 완화효과를 보이지 않았다고 하였다. Pesevska 등 (2010)은 스케일링 또는 치근 활택술 후에 발생하는 상아질 지각과민증을 완화시키기 위하여 저장도 레이저 치료와 국소불소제재를 도포하여 2일과 4일 경과한 다음 완화된 효과를 비교한 결과 레이저 치료한 경우에는 86.6%에서 완전히 통증이 소멸된 반면, 국소불소제재를 도포한 경우에는 26.6%에서만 소멸된 것이 관찰되었다고 하였다. Rusin 등 (2010)은 본 연구와 유사한 흐름을 측정장치를 이용한 연구에서 레진강화형 글라스아이오노머 시멘트 또는 상아질 접착제가 노출된 치근부 상아질의 민감성 완화에 효과적이라고 하였다. 그러나 Strober 등 (2013)은 중간 깊이의 1급 및 2급 와동 수복물의 경우 레진 강화형 글라스아이오노머 이장재의 지각과민증 완화 효과는 관찰되지 않았다고 하였다.

Kolker 등 (2002)은 Seal & Protect, Gluma Desensitizer, HurriSeal, D/Sense 2 및 Super Seal 등이 상아질 투과도와 상아세관 봉쇄능에 주는 영향을 평가하였는데, 상아질 투과도와 SEM 관찰 결과는 명확한 상관성을 보이지 못하였으며, Super Seal의 투과도 감소 효과가 가장 우수하였다고 발표하였다. 반면, 본 연구에서는 흐름율로 평가한 상아질 투과도와 SEM 관찰로 평가한 상아세관 봉쇄 정도에서 상관성이 관찰되었다.

본 연구 결과 비우식성 치경부 병소가 있는 치아를 스케일링 처리하는 과정에서 상아세관이 노출되어 지각과민증이 유발된 경우에는 기능성 레진이 함유된 지각과민처리제 적용이 가장 우수한 효과를 보여 지각과

민증 치료를 위한 적절한 지각과민처리제로 제안될 수 있으며, 다른 지각과민처리제를 적용하는 경우 상아질 접착제를 추가로 적용하는 방법을 제시할 수 있다. 또한 건전한 치아의 경우 통상적인 초음파 스케일링에 의한 상아질 노출 가능성은 크지 않은 것으로 보여 치석 제거 등을 위한 초음파 스케일링에는 문제가 없는 것으로 보이지만, 치경부 병소가 있는 부위는 초음파 스케일링시 치질 삭제로 인한 상아세관 노출에 세심한 주의가 필요할 것으로 보인다.

VI. 결 론

1. 동일한 시간동안 초음파 스케일링 처리할 경우 비우식성 치경부 병소가 형성된 부위가 건전한 치경부에서 보다 상아질이 노출되는 경우가 많았다.
2. 노출된 상아질에 적용한 다양한 지각과민처리제가 흐름을 변화에 주는 영향과 SEM으로 관찰한 상아세관 봉쇄정도는 상관성을 보였다.
3. Glutaraldehyde와 HEMA가 주요 성분인 지각과민처리제를 적용한 경우 노출된 상아세관 봉쇄 효과는 거의 관찰되지 않았다.
4. Oxalate가 주요 성분인 지각과민처리제를 적용한 경우는 적지만 노출된 상아세관의 봉쇄효과가 관찰되었다.
5. 기능성 레진 단량체를 함유한 지각과민처리제를 적용한 경우 유의할 만한 상아세관 봉쇄효과가 관찰되었다.

참고문헌

- Addy M, Mostafa P, Newcombe RG. Dentine hypersensitivity: the distribution of recession, sensitivity and plaque. *J Dent*. 1987;15: 242-248.
- Addy M, Pearce N. Aetiological, predisposing and environmental factors in dentin hypersensitivity. *Arch Oral Biol*. 1994;39(Suppl):S33-S38.
- Al-Omari WM, Palamara JE. Effect of Er,Cr:YSGG laser on human dentin fluid flow. *Lasers Med Sci*. 2013;28:1445-1451.
- Al-Wahadni A, Linden GJ. Dentin hypersensitivity in Jordanian dental attenders. A case control study. *J Clin Periodontol*. 2002;29:688-693.
- Arabaci T, Çiçek Y, Canakçi CF. Sonic and ultrasonic scalers in periodontal treatment: a review. *Int J Dent Hyg*. 2007;5:2-12.
- Aranha AC, Pimenta LA, Marchi GM. Clinical evaluation of desensitizing treatments for cervical dentin hypersensitivity. *Braz Oral Res*. 2009;23:333-339
- Aw TC, Lepe X, Johnson GH, Mancl L. Characteristics of noncarious cervical lesions: a clinical investigation. *J Am Dent Assoc*. 2002;133: 725-733.
- Bamise CT, Esan TA. Mechanisms and treatment approaches of dentine hypersensitivity: a literature review. *Oral Health Prev Dent*. 2011;9:353-367.
- Barrientos C, Xaus G, Leighton C, Martin J, Gordan VV, Moncada G. Oxalic acid under adhesive restorations as a means to reduce dentin sensitivity: a four-month clinical trial. *Oper Dent*. 2011;36: 126-132
- Bartlett DW, Shah P. A critical review of non-carious cervical (wear) lesions and the role of abfraction, erosion, and abrasion. *J Dent Res*. 2006;85:306-312.
- Bergström J, Eliasson S. Cervical abrasion in relation to tooth brushing and periodontal health. *Scand J Dent Res*. 1988;96:405-411.

- Bin Alshaibah WM, El-Shehaby FA, El-Dokky NA, Reda AR. Comparative study on the microbial adhesion to preveneered and stainless steel crowns. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2012;30:206-211.
- Boksman LL, Swift EJ Jr. Critical appraisal. Current usage of glutaraldehyde/HEMA. *J Esthet Restor Dent.* 2011;23:410-416.
- Boreak N, Ishihata H, Shimauchi H. A photochemical method for in vitro evaluation of fluid flow in human dentine. *Arch Oral Biol.* 2015;60:193-198.
- Brännström M, Lindén LA, Aström A. The hydrodynamics of the dental tubule and of pulp fluid. A discussion of its significance in relation to dentinal sensitivity. *Caries Res.* 1967;1:310-317.
- Breining DR, O'Leary TJ, Blumenshine RV. Comparative effectiveness of ultrasonic and hand scaling for the removal of subgingival plaque and calculus. *J Periodontol.* 1987;58:9-18.
- Camps J, Pizant S, Dejou J, Franquin JC. Effects of desensitizing agents on human dentine permeability. *Am J Dent.* 1999;12:103-106.
- Camps J, About I, Van Meerbeek B, Franquin JC. Efficiency and cytotoxicity of resin-based desensitizing agents. *Am J Dent.* 2002;15:300-304.
- Carrilho MR, Carvalho RM, Tay FR, Yiu C, Pashley DH. Durability of resin-dentin bonds related to water and oil storage. *Am J Dent.* 2005;18:315-319.
- Chaves E, Cox CF, Morrison E, Caffesse R. The effect of citric acid application on periodontally involved root surfaces. II. An in vitro scanning electron microscopic study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1993;13:188-196.
- Chersoni S, Suppa P, Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Yiu C, Huang C, Prati C, Breschi L, Ferrari M, Pashley DH, Tay FR. In vivo and in vitro permeability of one-step self-etch adhesives. *J Dent Res.* 2004;83:459-464.
- Ciucchi B, Bouillaguet S, Holz J, Pashley D. Dentinal fluid dynamics

- in human teeth, in vivo. *J Endod.* 1995;21:191-194.
- Cunha-Cruz J, Stout JR, Heaton LJ, Wataha JC; Northwest PRECEDENT. Dentin hypersensitivity and oxalates: a systematic review. *J Dent Res.* 2011;90:304-310.
- de Andrade e Silva SM, Marquezini L Jr, Manso AP, Garcia FP, Carrilho MR, Pashley DH, Tay FR, Carvalho RM. Effects of a combined application of potassium oxalate gel/adhesive agent on dentin permeability in vitro. *J Adhes Dent.* 2007;9:505-512.
- de Andrade e Silva SM, Malacarne-Zanon J, Carvalho RM, Alves MC, De Goes MF, Anido-Anido A, Carrilho MR. Effect of oxalate desensitizer on the durability of resin-bonded interfaces. *Oper Dent.* 2010;35:610-617.
- de Assis Cde A, Antoniazzi RP, Zanatta FB, Rösing CK. Efficacy of Gluma Desensitizer on dentin hypersensitivity in periodontally treated patients. *Braz Oral Res.* 2006;20:252-256.
- Dijkman GE, Jongebloed WL, de Vries J, Ogaard B, Arends J. Closing of dentinal tubules by glutardaldehyde treatment, a scanning electron microscopy study. *Scand J Dent Res.* 1994; 102:144-150.
- Drisko CH. Root instrumentation: power-driven versus manual scalers, which one? *Dent Clin North Am.* 1998;42:229-244.
- Felton DA, Bergenholz G, Kanoy BE. Evaluation of the desensitizing effect of Gluma Dentin Bond on teeth prepared for complete-coverage restorations. *Int J Prostodont.* 1991;4:292-298.
- Flemming TF, Petersilka GJ, Mehl A, Hickel R, Klaiber B. The effect of working parameters on root substance removal using a piezo-electric ultrasonic scaler in vitro. *J Clin Periodontol.* 1998;25:158-163.
- Fu B, Shen Y, Wang H, Hannig M. Sealing ability of dentin adhesives/desensitizer. *Oper Dent* 2007;32:496-503.
- Gangarosa LP Sr. Current strategies for dentist applied treatment in the management of hypersensitive dentine. *Arch Oral Biol* 1994;39: 101S-106S.

- Greenhill JD, Pashley DH. The effects of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin in vitro. *J Dent Res.* 1981; 60:686-698.
- Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Sano H, Tay FR, Oguchi H, Araki Y, Kubota M. Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. *J Dent.* 2002; 30:99-105.
- Hashimoto M, Ito S, Tay FR, Svizero NR, Sano H, Kaga M, Pashley DH. Fluid movement across the resin-dentin interface during and after bonding. *J Dent Res.* 2004;83:843-848.
- Haugen E, Johansen JR. Tooth hypersensitivity after periodontal treatment. A case report including SEM studies. *J Clin Periodontol.* 1988;15:399-401.
- Hildebrand CN, Morse DR. Periodontic-endodontic interrelationships. *Dent Clin North Am.* 1980;24:797-812.
- Hoang-Dao BT, Hoang-Tu H, Tran-Hung L, Camps J, Koubi G, About I. Evaluation of a natural resin-based new material (Shellac F) as a potential desensitizing agent. *Dent Mater.* 2008;24:1001-1007.
- Ishihata H, Kanehira M, Finger WJ, Shimauchi H, Komatsu M. Effects of applying glutaraldehyde-containing desensitizer formulations on reducing dentin permeability. *J Dent Sci.* 2012;7:105-110.
- Itthagarun A, Tay FR, Pashley DH, Wefel JS, García-Godoy F, Wei SH. Single-step, self-etch adhesives behave as permeable membranes after polymerization. Part III. Evidence from fluid conductance and artificial caries inhibition. *Am J Dent.* 2004;17:394-400.
- Jacobsen PL, Bruce G. Clinical dentin hypersensitivity: understanding the causes and prescribing a treatment. *J Contemp Dent Pract.* 2001;2:1-12.
- Joshi KJ, Kent RL, DePaola PF. Gingival recession: Intra-oral distribution and associated factors. *J Periodontol.* 1994;65:864-871.
- Jungbluth H, Attin T, Buchalla W. Development and validation of an in vitro model for measurements of cervical root dentine permea-

- bility. *Clin Oral Investig*. 2014;18:2077–2086.
- Kakaboura A, Rahiotis C, Thomaidis S, Doukoudakis S. Clinical effectiveness of two agents on the treatment of tooth cervical hypersensitivity. *Am J Dent*. 2005;18:291–295.
- Kantorski KZ, Scotti R, Valandro LF, Bottino MA, Koga-Ito CY, Jorge AO. Surface roughness and bacterial adherence to resin composites and ceramics. *Oral Health Prev Dent*. 2009;7:29–32.
- Kawashima H, Sato S, Kishida M, Yagi H, Matsumoto K, Ito K. Treatment of titanium dental implants with three piezoelectric ultrasonic scalers: an in vivo study. *J Periodontol*. 2007;78:1689–1694.
- Kerns DG, Scheidt MJ, Pashley DH, Horner JA, Strong SL, Van Dyke TE. Dentinal tubule occlusion and root hypersensitivity. *J Periodontol*. 1991;62:421–428.
- Kim SY, Ferracane J, Kim HY, Lee IB. Realtime measurement of dentinal fluid flow during amalgam and composite restoration. *J Dent*. 2010;38:343–351.
- Kim SY, Kim EJ, Kim DS, Lee IB. The evaluation of dentinal tubule occlusion by desensitizing agents: a real-time measurement of dentinal fluid flow rate and scanning electron microscopy. *Oper Dent*. 2013;38:419–428.
- Kolker JL, Vargas MA, Armstrong SR, Dawson DV. Effect of desensitizing agents on dentin permeability and dentin tubule occlusion. *J Adhes Dent*. 2002;4:211–221.
- Komabayashi T, Imai Y, Ahn C, Chow LC, Takagi S. Dentin permeability reduction by a sequential application of calcium and fluoride-phosphate solutions. *J Dent*. 2010;38:736–741.
- Larson TD. Clinical uses of glutaraldehyde/2-hydroxyethylmethacrylate (GLUMA). *Northwest Dent*. 2013;92:27–30.
- Lavespere JE, Yukna RA, Rice DA, LeBlanc DM. Root surface removal with diamond-coated ultrasonic instruments: an in vitro and SEM study. *J Periodontol*. 1996;67:1281–1287.
- Lee WC, Eakle WS. Possible role of tensile stress in the etiology of

- cervical erosive lesions of teeth. *J Prosth Dent*. 1984;52:374-380.
- Lee WC, Eakle WS. Stress-induced cervical lesions: review of advances in the past 10 years. *J Prosthet Dent*. 1996;75:487-494.
- Litonjua LA, Andreana S, Bush PJ, Cohen RE. Toothbrushing and gingival recession. *Int Dent J*. 2003;53:67-72.
- Mahesuti A, Duan YL, Wang G, Cheng XR, Matis BA. Short-term efficacy of agents containing KNO₃ or CPP-ACP in treatment of dentin hypersensitivity. *Chin J Dent Res*. 2014;17:43-47.
- Mantzourani M, Sharma D. Dentine sensitivity: past, present and future. *J Dent*. 2013;41:S3-S17.
- Mayhew RB, Jessee SA, Martin RE. Association of occlusal, periodontal, and dietary factors with the presence of non-carious cervical lesions. *Am J Dent*. 1998;11:29-32.
- Mitchell JC, Musanje L, Ferracane JL. Biomimetic dentin desensitizer based on nano-structured bioactive glass. *Dent Mater*. 2011;27:386-393.
- Muzzin KB, Johnson R. Effects of potassium oxalate on dentin hypersensitivity in vivo. *J Periodontol*. 1989;60:151-158.
- Orchardson R, Collins WJ. Clinical features of hypersensitive teeth. *Br Dent J*. 1987;162:253-256.
- Orchardson R, Gillam DG. Managing dentin hypersensitivity. *J Am Dent Assoc*. 2006;137:990-998.
- Oruçoglu H, Sengun A, Yilmaz N. Apical leakage of resin based root canal sealers with a new computerized fluid filtration meter. *J Endod*. 2005;31:886-890.
- Osborne-Smith KL, Burke FJ, Wilson NH. The aetiology of the non-carious cervical lesion. *Int Dent J*. 1999;49:139-143.
- Özok AR, Wu MK, Wesselink PR. The effects of post-extraction time on the hydraulic conductance of human dentine in vitro. *Arch Oral Biol*. 2002;47:41-46.
- Pamir T, Dalgar H, Onal B. Clinical evaluation of three desensitizing

- agents in relieving dentin hypersensitivity. *Oper Dent.* 2007;32:544–548.
- Pan MD, Huang YF. The sealing effects of three desensitizers on tubule: an SEM investigation. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue.* 2005;14:48–50 (in Chinese).
- Pashley DH, Depew DD. Effects of the smear layer, Copalite, and oxalate on microleakage. *Oper Dent.* 1986;11:95–102.
- Pashley DH. Dentin permeability, dentin sensitivity, and treatment through tubule occlusion. *J Endod.* 1986;12:465–474.
- Pashley DH. Smear layer: Physiological considerations. *Oper Dent.* 1984;3(suppl):13–29.
- Pashley DH. How can sensitive dentine become hypersensitive and can it be reversed? *J Dent.* 2013;41(suppl 4):S49–S55.
- Pashley DH, Galloway SE. The effects of oxalate treatment on the smear layer of ground surfaces of human dentine. *Arch Oral Biol.* 1985;30:731–737.
- Pashley DH, Carvalho RM, Pereira JC, Villanueva R, Tay FR. The use of oxalate to reduce dentin permeability under adhesive restorations. *Am J Dent.* 2001;14:89–94.
- Pashley EL, Tao L, Pashley DH. Effects of oxalate on dentin bonding. *Am J Dent* 1993;6:116–118.
- Patel R, Chopra S, Vandeven M, Cummins D. Comparison of the effects on dentin permeability of two commercially available sensitivity relief dentifrices. *J Clin Dent.* 2011;22:108–112.
- Peacock JM, Orchardson R. Action potential conduction block of nerves in vitro by potassium citrate, potassium tartrate and potassium oxalate. *J Clin Periodontol.* 1999;26:33–37.
- Pereira JC, Segala AD, Gillam DG. Effect of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin subjected to different surface pre-treatments – an in vitro study. *Dent Mater.* 2005;21:129–138.
- Pesevska S, Nakova M, Ivanovski K, Angelov N, Kesic L, Obradovic

- R, Mindova S, Nares S. Dentinal hypersensitivity following scaling and root planing: comparison of low-level laser and topical fluoride treatment. *Lasers Med Sci.* 2010;25:647–650.
- Pillon FL, Romani IG, Schmidt ER. Effect of a 3% potassium oxalate topical application on dentinal hypersensitivity after subgingival scaling and root planing. *J Periodontol.* 2004;75:1461–1464.
- Piotrowski BT, Gillette WB, Hancock EB. Examining the prevalence and characteristics of abfractionlike cervical lesions in a population of U.S. veterans. *J Am Dent Assoc.* 2001;132:1694–1701.
- Que K, Guo B, Jia Z, Chen Z, Yang J, Gao P. A cross-sectional study: non-carious cervical lesions, cervical dentine hypersensitivity and related risk factors. *J Oral Rehabil.* 2013;40:24–32.
- Que K, Ruan J, Fan X, Liang X, Hu D. A multi-centre and cross-sectional study of dentine hypersensitivity in China. *J Clin Periodontol.* 2011;37:631–637.
- Pan MD, Huang YF. The sealing effects of three desensitizers on tubule: an SEM investigation. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue.* 2005;14:48–50.
- Rapley JW, Swan RH, Hallmon WW, Mills MP. The surface characteristics produced by various oral hygiene instruments and materials on titanium implant abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1990;5:47–52.
- Renvert S, Roos-Jansåker AM, Claffey N. Non-surgical treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: a literature review. *J Clin Periodontol.* 2008;35:305–315.
- Ritter AV, Heyamann HO, Swift EJ Jr, Perdigão J, Rosa BT. Effects of different re-wetting techniques on dentin shear bond strengths. *J Esthet Dent* 2000;12:85–96.
- Ritter AV, de L Dias W, Miguez P, Caplan DJ, Swift EJ Jr. Treating cervical dentin hypersensitivity with fluoride varnish: a randomized clinical study. *J Am Dent Assoc.* 2006;137:1013–1020.
- Rusin RP, Agee K, Suchko M, Pashley DH. Effect of a new desensi-

- tizing material on human dentin permeability. *Dent Mater.* 2010;26:600–607.
- Santiago SL, Pereira JC, Martineli AC. Effect of commercially available and experimental potassium oxalate-based dentin desensitizing agents in dentin permeability: influence of time and filtration system. *Braz Dent J.* 2006;17:300–305.
- Sauro S, Pashley DH, Montanari M, Chersoni S, Carvalho RM, Toledano M, Osorio R, Tay FR, Prati C. Effect of simulated pulpal pressure on dentin permeability and adhesion of self-etch adhesives. *Dent Mater.* 2007;23:705–713.
- Schüpbach P, Lutz F, Finger WJ. Closing of dentinal tubules by Gluma desensitizer. *Eur J Oral Sci.* 1997;105:414–421.
- Selvig KA. Biological changes at the tooth-saliva interface in periodontal disease. *J Dent Res.* 1969;48:846–855.
- Sengun A, Buyukbas S, Hakki SS. Cytotoxic effects of dental desensitizers on human gingival fibroblasts. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2006;78:131–137.
- Shafiei F, Motamedi M, Alavi AA, Namvar B. The effect of oxalate desensitizers on the microleakage of resin composite restorations bonded by etch and rinse adhesive systems. *Oper Dent* 2010;35:682–688.
- Sherman PR, Hutchens LH Jr, Jewson LG, Moriarty JM, Greco GW, McFall WT Jr. The effectiveness of subgingival scaling and root planning. I. Clinical detection of residual calculus. *J Periodontol.* 1990;61:3–8.
- Stewardson DA, Crisp RJ, McHugh S, Lendenmann U, Burke FJ. The effectiveness of Systemp.desensitizer in the treatment of dentine hypersensitivity. *Prim Dent Care.* 2004;11:71–76.
- Strober B, Veitz-Keenan A, Barna JA, Matthews AG, Vena D, Craig RG, Curro FA, Thompson VP. Effectiveness of a resin-modified glass ionomer liner in reducing hypersensitivity in posterior restorations: a study from the practitioners engaged in applied research and learning network. *J Am Dent Assoc.* 2013;144:886–897.

- Tay FR, Pashley DH, Mak YF, Carvalho RM, Lai SC, Suh BI. Integrating oxalate desensitizers with total-etch two-step adhesive. *J Dent Res*. 2003;82: 703-707.
- Terry DA. Cervical dentin hypersensitivity: Etiology, diagnosis, and management. *Dent Today*. 2011;30:61-62, 64, 68.
- Thomson-Neal D, Evans GH, Meffert RM. Effects of various prophylactic treatments on titanium, sapphire, and hydroxyapatite-coated implants: an SEM study. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1989;9:300-311.
- Toledano M, Osorio R, Osorio E, Aguilera FS, Yamauti M, Pashley DH, Tay F. Durability of resin-dentin bonds: effects of direct/indirect exposure and storage media. *Dent Mater*. 2007;23:885-892.
- Trowbridge HO, Silver DR. A review of current approaches to in-office management of tooth hypersensitivity. *Dent Clin North Am*. 1990;34:561-581.
- Trenter SC, Walmsley AD. Ultrasonic dental scaler: associated hazards. *J Clin Periodontol*. 2003;30:95-101.
- Udoeye CI. Pattern and distribution of cervical dentine hypersensitivity in a Nigerian tertiary hospital. *Odontostomatol Trop*. 2006;29:19-22.
- Van de Velde E, Thielens P, Schautteet H, Vanclooster R. Subcutaneous emphysema of the oral floor during cleaning of a bridge fixed on an IMZ implant. *Rev Belge Med Dent*. 1991;46: 64-71.
- Vieira AH, Passos VF, de Assis JS, Mendonça JS, Santiago SL. Clinical evaluation of a 3% potassium oxalate gel and a GaAlAs laser for the treatment of dentinal hypersensitivity. *Photomed Laser Surg*. 2009;27:807-812.
- Vieira AH, Santiago SL. Management of dentinal hypersensitivity. *Gen Dent* 2009;57:120-126.
- Vigolo P, Motterle M. An in vitro evaluation of zirconia surface roughness caused by different scaling methods. *J Prosthet Dent*. 2010;103:283-287.
- Walmsley AD, Lea SC, Landini G, Moses AJ. Advances in power

- driven pocket/root instrumentation. *J Clin Periodontol.* 2008;35:22-28.
- Walters PA. Dentinal hypersensitivity: a review. *J Contemp Dent Pract.* 2005;6:107-117.
- Wang HL, Yeh CT, Smith F, Burgett FG, Richards P, Shyr Y, O'neal R. Evaluation of ferric oxalate as an agent for use during surgery to prevent post-operative root sensitivity. *J Periodontol.* 1993;64:1040-1044.
- West NX. Dentine hypersensitivity: preventive and therapeutic approaches to treatment. *Periodontol 2000.* 2008;48:31-41.
- Wolff MS. Dentin hypersensitivity, the biofilm and remineralization: what is the connection? *Adv Dent Res.* 2009;21:21-24.
- Yang YD, Xiao HJ, Duan YL, Huang C, Wang YN, Cheng XR. Effect of two different desensitizers on bond strength of dentin bonding agents. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2008;43:356-359 (Chinese).
- Yates RJ, Newcombe RG, Addy M. Dentine hypersensitivity: a randomised, double-blind placebo-controlled study of the efficacy of a fluoride-sensitive teeth mouthrinse. *J Clin Periodontol.* 2004;31:885-889.
- Yoshiyama M, Masada J, Uchida A, Ishida H. Scanning electron microscopic characterization of sensitive vs. insensitive human radicular dentin. *J Dent Res.* 1989;68:1498-1502.
- Youngson CC, Glyn Jones JC, Fox K, Smith IS, Wood DJ, Gale M. A fluid filtration and clearing technique to assess microleakage associated with three dentine bonding systems. *J Dent.* 1999;27:223-233.
- Yu X, Liang B, Jin X, Fu B, Hannig M. Comparative in vivo study on the desensitizing efficacy of dentin desensitizers and one-bottle self-etching adhesives. *Oper Dent.* 2010;35:279-286.
- 김남균, 임성빈, 정진형. 치근면 활택술 후 적용된 상아질 지각과민 억제제의 상아세관 폐쇄효과에 대한 주사전자 현미경적 연구. 대한치주과 학회지. 2002;32:655-664.

- 손민욱, 서성찬, 정동근, 이은숙, 김형섭. 비우식성 치경부병소를 가진 구치부 치아의 교합 및 치주상태에 관한 연구. 대한치주과학회지. 2004; 34:174-185.
- 이영규. 기구조작후 치근표면의 조도에 관한 연구; 주사전자현미경적 in vivo 및 in vitro 연구. 대한치주과학회지. 1998;28:809-821.
- 이영규. 큐렛팁을 장착한 압전방식 초음파치석제거기의 작업조건에 따른 치과주조용 합금의 삭제에 관한 연구. 대한치주과학회지. 2001;31:531-542.
- 차국봉, 김원경, 이영규, 김영성. 압전방식 초음파 치석제거기의 작업조건에 따른 치과주조용 합금의 삭제에 관한 연구. 대한치주과학회지. 2009;39:139-148.

-ABSTRACT-

Effects of various dentin desensitizers on the permeability of the exposed dentin after ultrasonic scaling

Jae-Hyung Cho, *D.D.S., M.S.D.*

*Department of Dental Biomaterials Science,
Graduate School, Seoul National University.*

*(Directed by Prof. **Bum-Soon Lim**, Ph.D.)*

Dental ultrasonic scalers are used for removal of plaque and calculus from tooth surfaces. However, the ultrasonic scaling treatments may cause damage to the tooth surface, especially in areas where non-carious cervical lesions were formed and induced the cervical hypersensitivity. The aim of this study was to evaluate the changes in dentinal permeability after application of dentin desensitizer on exposed dentin immediately after ultrasonic scaling to teeth with non-carious cervical lesions.

Thirty caries-free extracted molars were fixed to slide glasses after horizontally being sectioned at 5 mm below the cemento-enamel junction (CEJ). The prepared specimen was connected to a fluid flow measuring device (nano-Flow), and a V-shaped (5 mm × 2 mm × 1 mm) cavity was formed at the CEJ to imitate the non-carious cervical lesion. After no fluid leakage was confirmed in the connected system with specimen, tooth surface was treated ultrasonic cleaning with piezoelectric ultrasonic scalers until dentinal tubules were exposed. And 6 different desensitizers were applied on exposed

dentin. Real-time measurements of dentinal fluid flow were performed during ultrasonic scaling and application of dentin desensitizer. To evaluate the occlusion of exposed dentinal tubules, tooth surface was examined by SEM. Following results were observed.

1. After ultrasonic scaling, more dentinal tubules were exposed on the tooth with non-carious cervical lesions compared to tooth without lesions.
2. The rate of fluid flow measured with nano-Flow system had correlation with the degree of dentin occlusion observed with SEM after application of desensitizers on exposed dentin.
3. Desensitizers with glutaraldehyde and HEMA did not decrease the rate of fluid flow and did not show dentin occlusion.
4. Desensitizers with oxalate showed the limited effects on the rate of fluid flow and dentin occlusion.
5. Desensitizer with resin monomer showed the significant effect on the rate of fluid flow and dentin occlusion.

Key Words : desensitizing agent, non-carious cervical lesions, ultrasonic scaling, dentin, real-time measurement of dentinal fluid flow

Student Number: 2010-31220